

IBC Ingenieurbau-Consult GmbH

Im Niedergarten 12

55124 Mainz

Telefon 06131 / 94911-0

Telefax 06131 / 94911-144

E-Mail info@ibc-ing.de

Web www.ibc-ing.de

IC 215320

Statische Berechnung – Revision A

Leistungsphase 4

Feuerwehrgerätehaus Teveren

Gemarkung: Teveren, Flur 14, Flurstücke 2 und 206

52511 Geilenkirchen

Bauherr: **Stadt Geilenkirchen**
Markt 9

52511 Geilenkirchen

Objektplaner: **planbar.architektur – Krämer Faber Architekten PartmbB**
Lothringerstraße 61

52070 Aachen

Aufgestellt: 27.05.2024

Inhaltsverzeichnis - Revision (a)

Revision

Revision.....	Seite: 1 a
---------------	------------

Vorwort

1. Projektbeschreibung.....	Seite: 2 a
2. Berechnungsgrundlagen.....	Seite: 8 a
3. Konstruktions- und Maßnahmenbeschreibung.....	Seite: 10 a
4. Baustoffe.....	Seite: 13 a
5. Lastannahmen.....	Seite: 15 a
6. Hinweise zur Bauausführung.....	Seite: 21

Positionspläne

Position: IC215320_P-01_b.....	A	Seite: 1
--------------------------------	---	----------

Bemessung

Lastermittlung Wind und Schnee h = 9 m.....	Seite: 30
Lastermittlung Wind und Schnee h = 6 m.....	Seite: 35
Geschossdecken.....	
Position: 1-D01- N1 - Brettsperrholzdecke h = 16 cm.....	Seite: 40 a
Position: 1-D01 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 16 cm.....	A Seite: 2
Position: 1-D02 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	Seite: 46 a
Position: 1-D02 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	A Seite: 11
Position: 1-D03 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	Seite: 51 a
Position: 1-D03 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	A Seite: 20
Position: 1-D04 - Decke über Aufzug h = 20 cm.....	Seite: 56
Position: 1-D04 - Decke über Aufzug h = 20 cm.....	Seite: 57
Position: 1-D04 - Rissbreitennachweis.....	Seite: 60
Position: 0-D01 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	Seite: 61 a
Position: 0-D01 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	A Seite: 30
Position: 0-D02 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	Seite: 66 a
Position: 0-D02 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	A Seite: 40
Position: 0-D03 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	Seite: 71 a
Position: 0-D03 -N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	A Seite: 50
Position: A-01- Anschlussdetail Brettstapeldecke an Stb.-Wand.....	Seite: 81
Position: A-01 - Bemessung Schenkel.....	Seite: 82
Position: A-01 - Nachweis Befestigungsmittel.....	Seite: 85
Position: 0-D04 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	Seite: 97 a
Position: 0-D04 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	A Seite: 60
Position: 0-D05 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	Seite: 107 a
Position: 0-D05 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	A Seite: 70
Position: 0-D06 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	Seite: 118 a
Position: 0-D06 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	A Seite: 80
Position: 0-D07 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	Seite: 129 a
Position: 0-D07 - N1 - Brettsperrholzdecke h = 20 cm.....	A Seite: 91
Unterzüge und Ringbalken.....	
Position: 1-U01 - N1 - Unterzug (Stahl) im OG.....	Seite: 139 a
Position: 1-U01 - Unterzug (Stahl) im OG.....	Seite: 141 a
Position: 1-U01 - N1 - Detailnachweis Auflagerpressung.....	Seite: 144 a
Position: A-02 - N1 - Auflagerdetail Pos. 1-U01 auf Pos. 1-S05.....	A Seite: 101

Position: A-02.1 - N1 - Auflagerdetail Pos. 1-U01 auf BSP-Wand	A	Seite: 102
Position: 1-U02.1 - N1 - Unterzug (Holz) im OG	A	Seite: 103
Position: 1-U02.1 - N1 - Unterzug (Holz) im OG	A	Seite: 104
Position: 1-U02.1 - N1 - Detailnachweis Auflagerpressung	A	Seite: 108
Position: A-03 - N1 - Auflagerdetail Pos. 1-U02.1 auf Pos. 1-U01 (Ausklünnungsverstärkung)	A	Seite: 109
Position: A-03 - N1 - Auflagerdetail Pos. 1-U02.1 auf Pos. 1-U01 (Ausklünnungsverstärkung)	A	Seite: 110
Position: 1-U02.2 - N1 - Unterzug (Holz) im OG	A	Seite: 115
Position: 1-U03 - N1 - Unterzug (Holz) im OG	A	Seite: 116
Position: 1-U04 - Unterzug (Holz) im OG		Seite: 165
Position: 1-U04 - Unterzug (Holz) im OG		Seite: 166
Position: 1-U05 - Sturz (Holz) im OG		Seite: 170
Position: 1-U05 - Sturz (Holz) im OG		Seite: 171
Position: 0-U01 - Unterzug (Holz) Fahrzeughalle		Seite: 175 a
Position: 0-U01 - Unterzug (Holz) Fahrzeughalle		Seite: 176
Position: 0-U01 - Detailnachweis Auflagerpressung		Seite: 180
Position: A-04 - Auflagerdetail Pos. 0-U01 auf 0-S01 (Auflagerverstärkung)		Seite: 181
Position: A-04 - Auflagerdetail Pos. 0-U01 auf 0-S01 (Auflagerverstärkung)		Seite: 182
Position: A-05 - Auflagerdetail Pos. 0-U01 auf 0-U02 bzw. BSP-Wand (Auflagerverstärkung)		Seite: 190
Position: 0-U02 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 191
Position: 0-U02 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 192
Position: 0-U02 - Detailnachweis Auflagerpressung		Seite: 197
Position: A-06 - Auflagerdetail Pos. 0-U02 auf Brettsperrholzwand (Auflagerverstärkung)		Seite: 198
Position: A-06 - Auflagerdetail Pos. 0-U02 auf Brettsperrholzwand (Auflagerverstärkung)		Seite: 199
Position: A-07 - Auflagerdetail Pos. 0-U01 auf 0-U02 (Auflagerverstärkung)		Seite: 207
Position: A-07 - Auflagerdetail Pos. 0-U01 auf 0-U02		Seite: 208
Position: 0-U03 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 216
Position: 0-U03 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 217
Position: 0-U04 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 221
Position: 0-U04 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 222
Position: 0-U05 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 227
Position: 0-U05 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 228
Position: 0-U06 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 232
Position: 0-U06 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 233
Position: A-08 - Auflagerdetail Pos. 0-U06 auf Brettsperrholzwand (Auflagerverstärkung)		Seite: 238
Position: A-08 - Auflagerdetail Pos. 0-U06 auf Brettsperrholzwand (Auflagerverstärkung)		Seite: 239
Position: 0-U07 - Sturz (Holz) im EG		Seite: 247
Position: 0-U07 - Sturz (Holz) im EG		Seite: 249
Position: 0-U07 - Detailnachweis Auflagerpressung		Seite: 254
Position: 0-U08 - Sturz (Holz) im EG		Seite: 255
Position: 0-U08 - Sturz (Holz) im EG		Seite: 257
Position: 0-U09 - Sturz (Holz) im EG		Seite: 262
Position: 0-U09 - Sturz (Holz) im EG		Seite: 263
Position: 0-U10 - Sturz (Holz) im EG		Seite: 268
Position: 0-U10 - Sturz (Holz) im EG		Seite: 270
Position: 0-U11 - Sturz (Holz) im EG		Seite: 275
Position: 0-U11 - Sturz (Holz) im EG		Seite: 276
Position: 0-U12 - Sturz (Stahlbeton)		Seite: 281
Position: 0-U12 - Sturz (Stahlbeton)		Seite: 282
Position: 0-U13 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 286
Position: 0-U13 - Unterzug (Holz) im EG		Seite: 287
Position: 0-U20 - Unterzug (Holz) Fahrzeughalle		Seite: 291

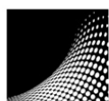
Position: 0-R01 - N1 - Ringbalken.....	Seite: 292 a
Position: 0-U14 - N1 - Unterzug (Holz) im EG..... A	Seite: 117
Position: 0-U14 - N1 - Unterzug (Holz) im EG..... A	Seite: 118
Position: A-09 - N1 - Auflagerdetail Pos. 0-U06 auf Pos. 0-S05..... A	Seite: 122
Wände.....	
Allgemeine Beschreibung der Lastermittlung.....	Seite: 293
Auflagerkräfte Decke über OG.....	Seite: 294
Auflagerkräfte Decke über OG - Pläne.....	Seite: 295
Auflagerkräfte Decke über EG (ohne Überbaulasten).....	Seite: 297
Auflagerkräfte Decke über EG (ohne Überbaulasten) - Pläne.....	Seite: 298
Auflagerkräfte Decke über EG (mit Überbaulasten).....	Seite: 300
Auflagerkräfte Decke über EG (mit Überbaulasten) - Pläne.....	Seite: 301
Position: 1-W01, 0-W01 - Stahlbetoninnenwände.....	Seite: 303
Position: 1-W01, 0-W01 - Stahlbetoninnenwände.....	Seite: 305
Position: 1-W02, 0-W02 - Stahlbetonaußenwände.....	Seite: 310
Position: 1-W02, 0-W02 - Stahlbetonaußenwände.....	Seite: 312
Position: 1-W03, 0-W03 - Brettsperrholzinne wand t = 18 cm.....	Seite: 317
Position: 1-W03, 0-W03 - Brettsperrholzinne wand t = 18 cm.....	Seite: 318
Position: 1-W04, 0-W04 - Brettsperrholzwand t = 18 cm.....	Seite: 328
Position: 1-W04, 0-W04 - Brettsperrholzinne wand t = 18 cm.....	Seite: 330
Position: 1-W05, 0-W05 - Brettsperrholzaußenwand t = 18 cm.....	Seite: 340
Position: 1-W05, 0-W05 - Brettsperrholzaußenwand t = 18 cm.....	Seite: 341
Position: 0-W06 - Brettsperrholzaußenwand t = 18 cm.....	Seite: 351
Position: 0-W06 - Brettsperrholzaußenwand t = 18 cm.....	Seite: 352
Position: 0-W07 - Stahlbetoninnenwand.....	Seite: 362
Position: 1-MW01, 0-MW01 - Mauerwerksaußenwand t = 17,5 cm.....	Seite: 364
Position: 1-MW01, 0-MW01 - Mauerwerksaußenwand t = 17,5 cm (max. N, max. H).....	Seite: 365
Position: 1-MW01 - Mauerwerksaußenwand t = 17,5 cm (min. N, max. H).....	Seite: 369
Position: 0-MW02 - Mauerwerksinnenwand t = 17,5 cm.....	Seite: 373
Position: 0-MW02 - Mauerwerksinnenwand t = 17,5 cm.....	Seite: 374
Stützen.....	
Position: 1-S05 - N1 - Stahlstütze im OG..... A	Seite: 125
Position: 1-S05 - N1 - Stahlstütze im OG..... A	Seite: 126
Position: A-10 - N1 - Auflagerdetail Pos. 1-S05 auf Pos. 0-S05..... A	Seite: 128
Position: 0-S01 - Holzstütze im EG.....	Seite: 378
Position: 0-S01 - Holzstütze im EG.....	Seite: 380
Position: 0-S01 - Detailnachweis Auflagerpressung.....	Seite: 383
Position: 0-S02 - Holzstütze im EG.....	Seite: 384
Position: 0-S02 - Holzstütze im EG.....	Seite: 385
Position: 0-S03 - Holzstütze im EG.....	Seite: 395
Position: 0-S03 - Holzstütze im EG.....	Seite: 396
Position: 0-S04 - Holzstütze im EG.....	Seite: 404
Position: 0-S04 - Holzstütze im EG.....	Seite: 405
Position: 0-S05 - N1 - Stahlstütze im EG..... A	Seite: 129
Position: 0-S05 - N1 - Stahlstütze im EG..... A	Seite: 130
Position: A-11 -N1 - Auflagerdetail Pos. 0-S05 auf Pos. A01..... A	Seite: 132
Position: A-11 - N1 - Auflagerdetail Pos. 0-S05 auf Pos. A01..... A	Seite: 133
Aussteifung.....	
Übersicht über das gewählte Aussteifungssystem.....	Seite: 413
Konstruktion/ Ausführung.....	Seite: 415 a
Bestimmung der Horizontallasten.....	Seite: 416 a

Nachweisführung.....	Seite: 424
Nachweis der Deckenscheibe.....	Seite: 425 a
Position: Teil A Deckenscheibe EG x-Richtung..... A	Seite: 135
Position: Teil A Deckenscheibe EG y-Richtung..... A	Seite: 139
Position: Teil B Deckenscheibe EG x-Richtung..... A	Seite: 143
Position: Teil B Deckenscheibe EG y-Richtung..... A	Seite: 148
Position: Teil B Deckenscheibe OG x-Richtung..... A	Seite: 152
Position: Teil B Deckenscheibe OG y-Richtung..... A	Seite: 156
Nachweis der Brettsperrholzwand.....	Seite: 451
Anschluss Schwellenholz (Aussteifungswand 4a).....	Seite: 499
Nachweis Druckseite (Erdbeben).....	Seite: 510
Nachweis Druckseite (Erdbeben).....	Seite: 511
Gründung.....	
Übersicht Bodenplatte.....	Seite: 522
Position: BP01 - Bodenplatte h = 30 cm.....	Seite: 523
Position: BP01 & BP02 - Bodenplatte h = 30 cm.....	Seite: 525
Position: BP01 & BP02 - Bodenplatte h = 30 cm - Pläne.....	Seite: 538
Position: BP01 & BP02 - Rissbreitennachweis max. Biegezwang unten.....	Seite: 553
Position: BP01 - Durchstanznachweise.....	Seite: 555
Position: BP01 - DST1.....	Seite: 558
Position: BP01 - DST1.....	Seite: 559
Position: BP01 - DST2.....	Seite: 561
Position: BP01 - DST2.....	Seite: 563
Position: BP01 - DST3.....	Seite: 565
Position: BP01 - DST3.....	Seite: 566
Position: BP01 - DST4.....	Seite: 568
Position: BP01 - DST4.....	Seite: 569
Position: BP01 - DST5.....	Seite: 571
Position: BP01 - DST5.....	Seite: 573
Position: BP02 - Bodenplatte h = 30 cm.....	Seite: 575
Position: BP02 - Bodenplatte h = 30 cm (Betrachtung Radlast).....	Seite: 577
Position: BP02 - Durchstanznachweise.....	Seite: 589
Position: BP02 - DST1.....	Seite: 591
Position: BP02 - DST1.....	Seite: 592
Position: BP03 - Bodenplatte h = 30 cm (Aufzugsunterfahrt).....	Seite: 594
Position: A01 - Betonaufkantung.....	Seite: 595
Position: A02 - Betonaufkantung.....	Seite: 596
Schlussbemerkung	
Schlussbemerkung.....	Seite: 597 a
Revision A	
Bemessung RevA.....	

Revision

Revision

Rev.	Datum	Seiten	Inhalt / Bemerkungen	Aufsteller
-	25.11.2022	1-597	Genehmigungsplanung	CWe
A	27.05.2024	1a-597a A1-A160	Anpassung Decken (Wechsel von Brettstapel- decken auf Brettsper Holzdecken) Anpassung Auflager Stahlträger im OG	CWe, OAn



Vorwort

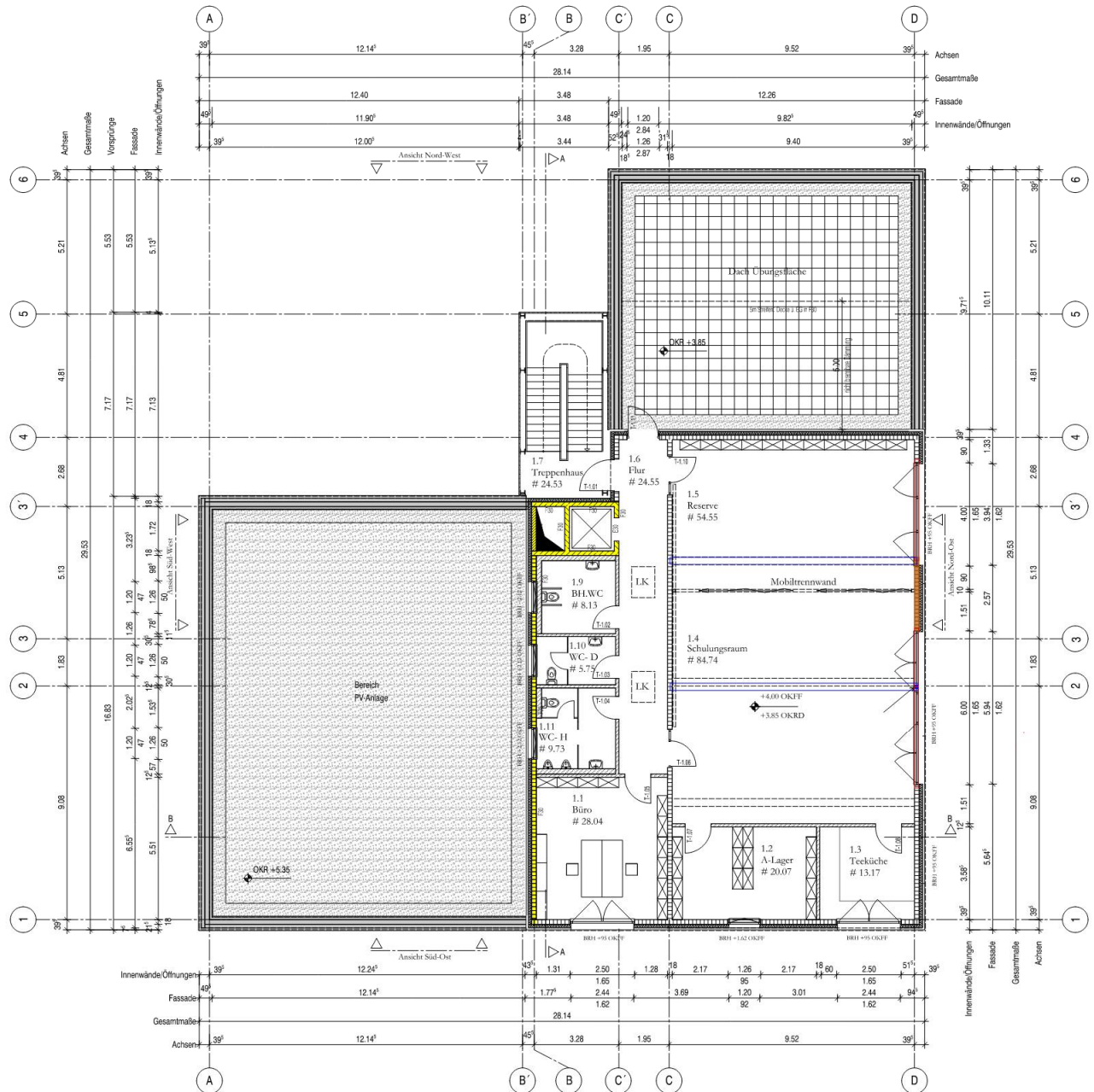
1 Allgemeine Projektbeschreibung

1.1 Allgemeines

Die Stadt Geilenkirchen beabsichtigt den Neubau eines zweigeschossigen Feuerwehrgerätehauses am Standort Geilenkirchen Teveren. Im Erdgeschoss sind unter anderem eine Fahrzeughalle, Umkleiden und eine Atemschutzwerkstatt geplant. Das Obergeschoss wird für Schulungs- Lager und Büro Zwecke genutzt. Auf der Dachfläche über der Fahrzeughalle ist die Aufstellung einer Photovoltaikanlage vorgesehen. Die Dachflächen über dem Obergeschoss sollen mit einer extensiven Begrünung versehen werden.

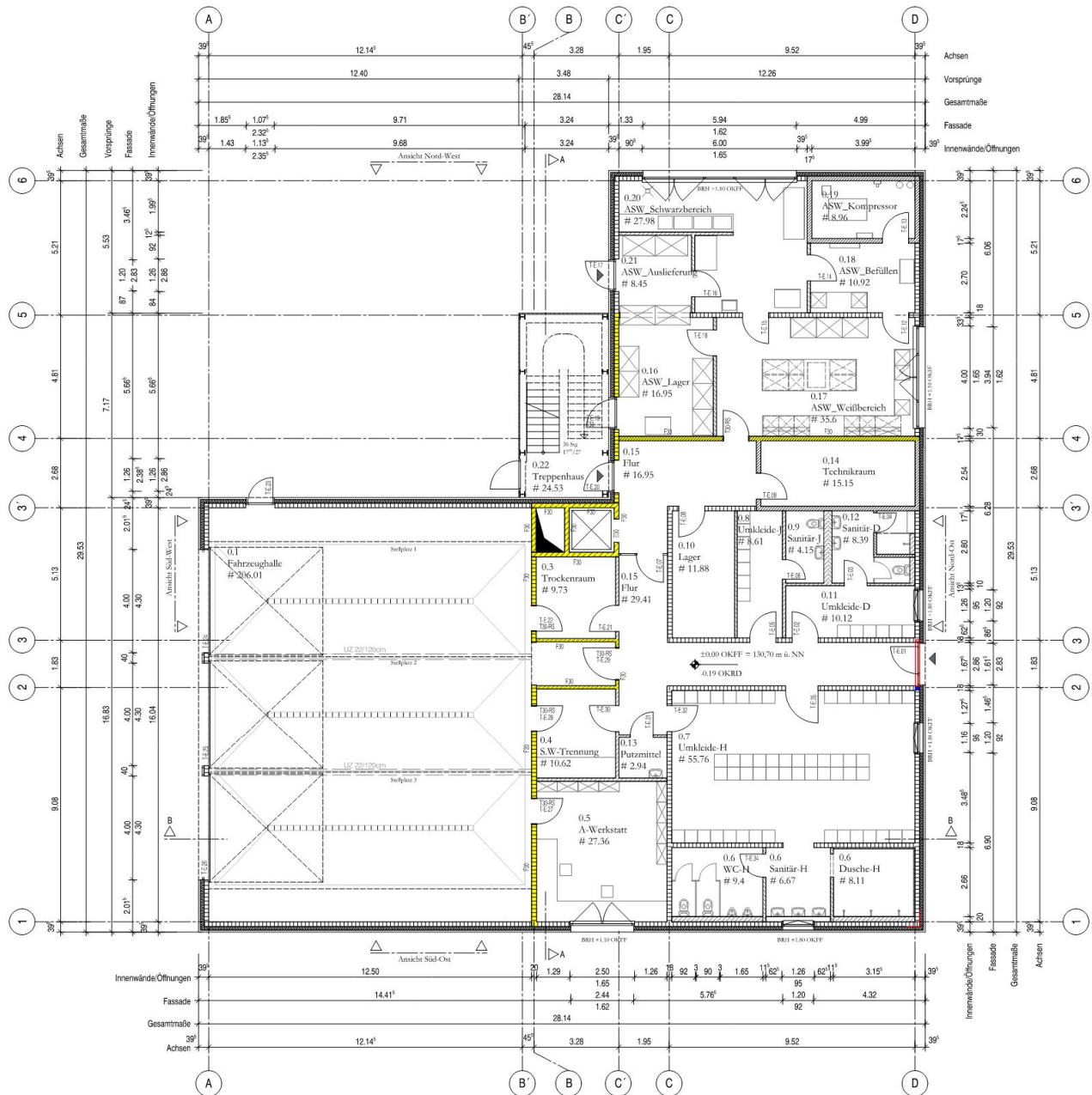
1.2 Projektübersicht

OG



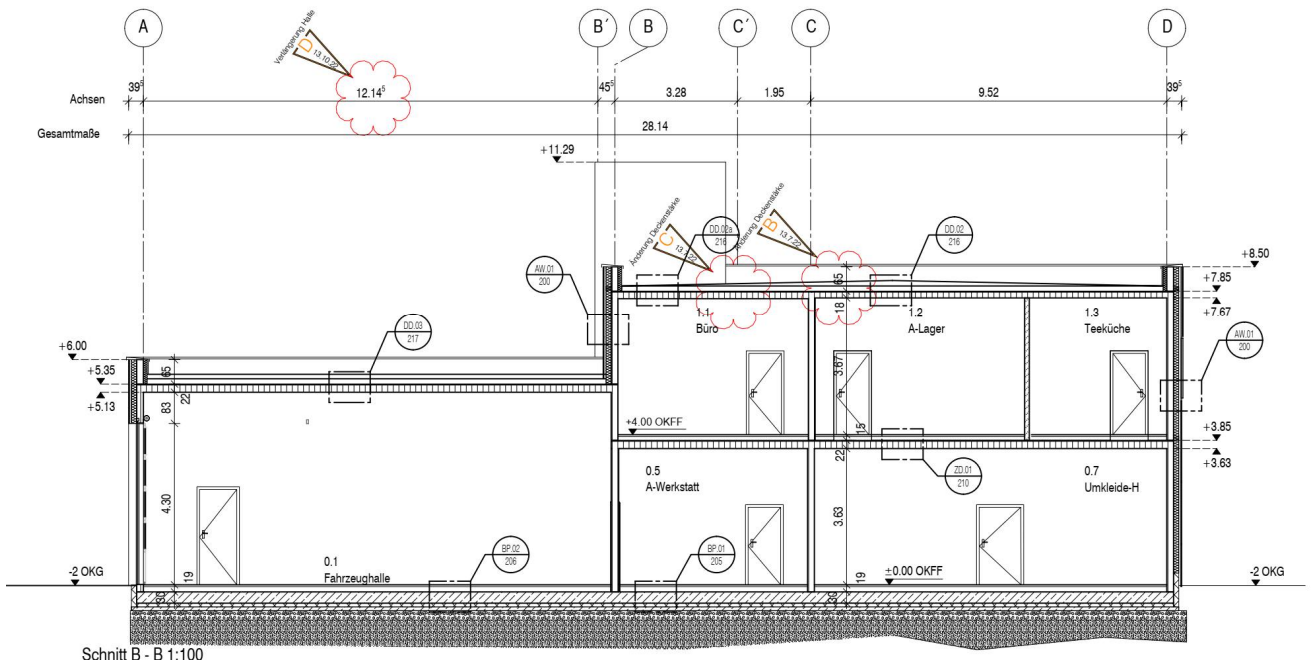
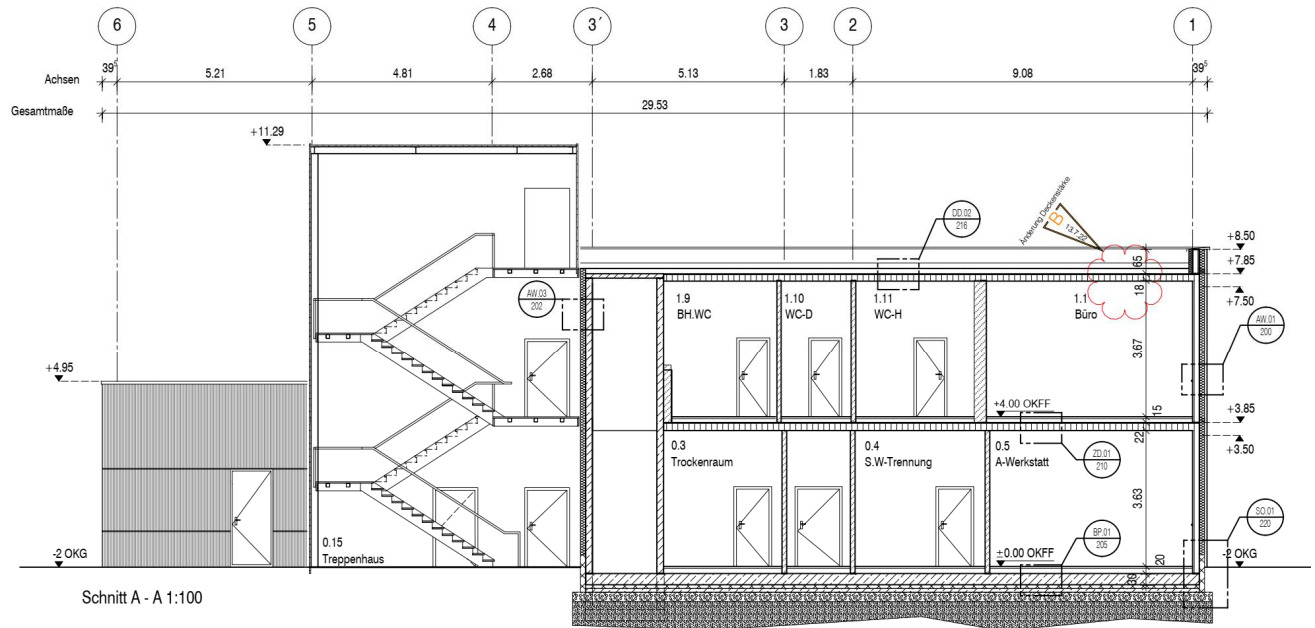
planbar.architektur – Krämer Faber Architekten PartmbB – 19.07.2023

EC



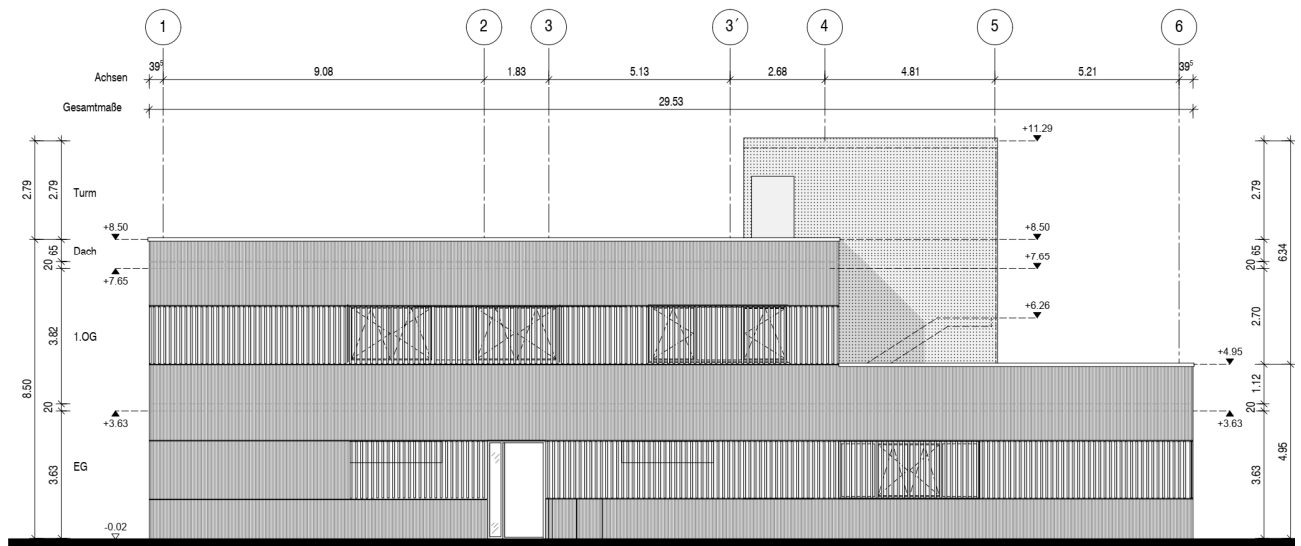
planbar.architektur – Krämer Faber Architekten PartmbB – 19.07.2023

Schnitte

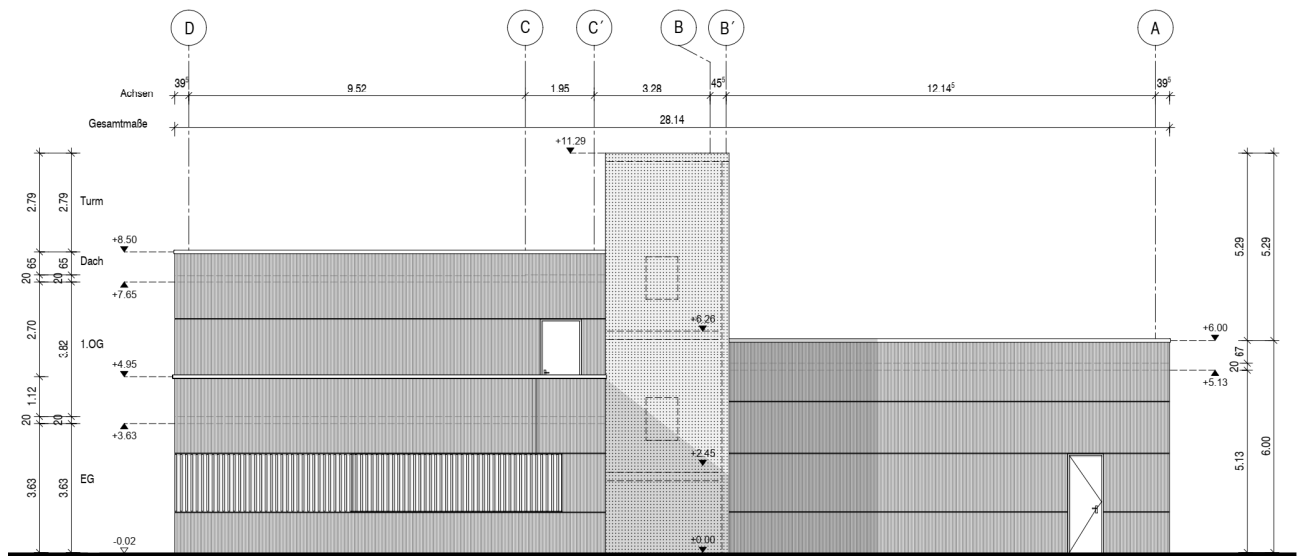


planbar.architektur – Krämer Faber Architekten PartmbB – 14.10.2022

Ansichten

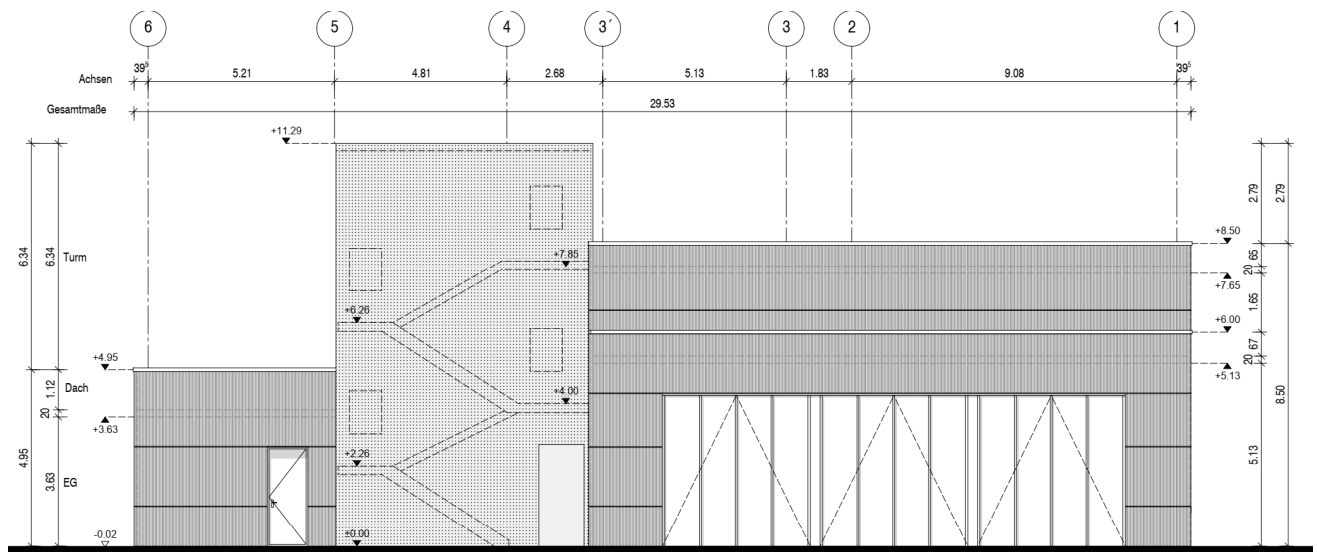


Ansicht Nord-Ost 1:100

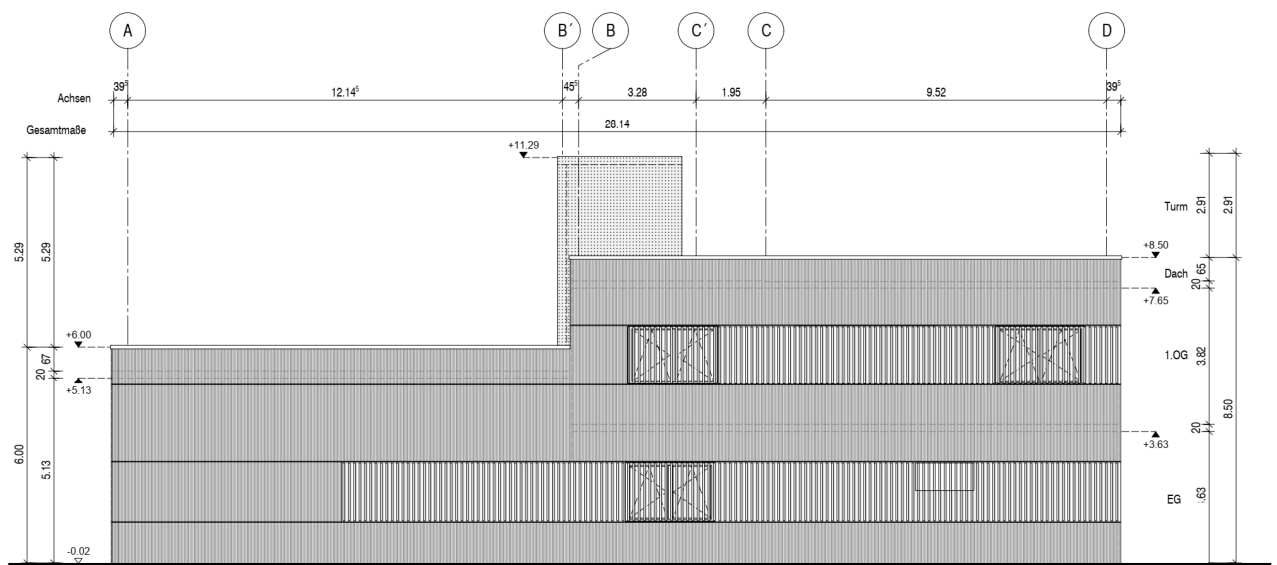


Ansicht Nord-West 1:100

planbar.architektur – Krämer Faber Architekten PartmbB – 14.10.2022



Ansicht Süd-Ost 1:100



Ansicht Süd-West 1:100

planbar.architektur – Krämer Faber Architekten PartmbB –14.10.2022

2 Berechnungsgrundlagen

2.1 Bauordnungsrechtliche Vorschriften und Richtlinien

/ V 1 / Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen (BauO NRW) vom 21.07.2018

2.2 Planungsunterlagen

/ U 1 / Genehmigungsplanung des Architekturbüros planbar.architektur – Krämer Faber Architekten PartmbB vom 19.07.2023

/ U 2 / Bodengutachten von IBL Laermann und Freidhof Geo – Consulting GmbH vom 08.06.2022

2.3 Technische Regelwerke

/ T 1 / DIN EN 1991: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke (Ausgabe 2010-12)

/ T 2 / DIN EN 1992-1 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken (Ausgabe 2010-12)

/ T 3 / DIN EN 1993: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten (Ausgaben 2010-12)

/ T 4 / DIN EN 1995-1 Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten (Ausgabe 2010-12), einschl. aktuell gültiger nationaler Anhänge

/ T 5 / DIN EN 1996-1 Eurocode 6, Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten (Ausgabe 2013-02)

/ T 6 / DIN EN 1997, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik (Ausgabe 2010-12)

/ T 7 / DIN EN 1998, Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben (Ausgabe 2010-12)

/ T 8 / DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 Ausführung von Tragwerken aus Beton (Ausgabe 2011-03)

/ T 9 / Heft 555 des DAfStb, Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie

/ T 10 / DBV-Merkblatt, Injektionsschlauchsysteme und quellfähige Einlagen für Arbeitsfugen, Ausgabe 01.2010

/ T 11 / DBV-Merkblatt, Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau, Ausgabe 01.2006

/ T 12 / DBV-Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, Ausgabe 01/2018

/ T 13 / Europäische Technische Bewertung (Zulassung Spax Schrauben) ETA 12/0114, vom 12.10.2017

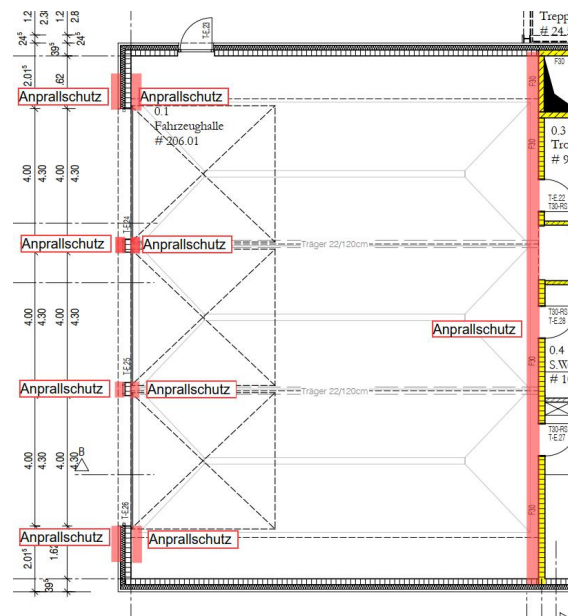
3 Konstruktions- und Maßnahmenbeschreibung

3.1 Aufgehende Bebauung

Das Feuerwehrgerätehaus wird als Holzkonstruktion geplant. Die Geschossdecken werden als Brettspertholzdecke mit einer Dicke von 16 cm bzw. 20 cm vorgesehen, welche hauptsächlich linienförmig auf Unterzügen und tragenden Wänden aufgelagern. Für den Schulungsraum (Achse C-D) im Obergeschoss wird eine stützenfreie Ausführung gewünscht. Die über ca. 9,60 m spannenden Unterzüge werden in diesem Bereich als Stahlträger ausgeführt. Die Fahrzeughalle (Achse A-B/1-3') im Erdgeschoss ist ebenfalls stützenfrei vorgesehen. Hier werden die Unterzüge, welche über ca. 12,50 m spannen, in Holz ausgeführt.

Der vertikale Lastabtrag erfolgt größtenteils über Brettsperrholzwände ($d = 18 \text{ cm}$) und vereinzelt über MW-Wände und Stahlbetonwände. Die Brettsperrholz-Außenwände werden zum Schutz vor Spritzwasser auf eine Betonaufkantung auf der Bodenplatte aufgestellt.

In der Fahrzeughalle ist, wie in nachfolgender Abbildung dargestellt, ein Anprallschutz an den vertikalen Bauteilen vorzusehen, welcher auf ein Fahrzeug der Brückenklasse 16/16 ausgelegt sein muss.



Das Treppenhaus wird unabhängig von dem Feuerwehrgerätehaus als leichte Stahlkonstruktion vorgesehen und ist kein Bestandteil dieser statischen Berechnung.

3.2 Aussteifung

Die Aussteifung des Baukörpers erfolgt über die Decken- und Wandscheiben. Die Zug- und Schubübertragung zwischen den Wand- und Deckenscheiben wird über Holzbauverbinder sichergestellt. Bei der Ausführung der Brettsperrholzwände sind Wandscheiben aus mehreren Elementen Schubsteif miteinander zu verbinden.

3.3 Holzarbeiten und Holzschutz

Die Holzarbeiten sind nach den Bestimmungen DIN 1995 und DIN 1052-10 sachgemäß auszuführen. Der konstruktive Holzschutz nach DIN 68800 ist zu gewährleisten.

Insbesondere wird auf die grundsätzlichen baulichen Holzschutzmaßnahmen nach DIN 68800-2 hingewiesen, die bei der Planung und Ausführung stets zu berücksichtigen sind.

Zur Vermeidung von unzuträglichem Quellen und Schwinden ist der Einbau der Holzbauteile möglichst mit der zu erwartenden Ausgleichsfeuchte während der Nutzung einzubauen.

Die Holzbauteile sind während der kompletten Bauphase (Transport, Lagerung und Montage) bis zur Fertigstellung der regendichten Hülle bzw. dem dauerhaft wirksamen Witterungsschutzes vor den äußeren Witterungseinflüssen, sowie der Bodenfeuchte zu schützen. Niederschläge sind vom Holz und den Anschlussbereichen durch einen dauerhaft wirksamen Wetterschutz fernzuhalten oder sie sind so schnell abzuleiten, dass keine unzuträgliche Veränderung des Feuchtegehaltes eintritt. Bei Anschlüssen und Stößen ist darauf zu achten, dass auch im Bereich der Verbindungsmittel eine Anreicherung von Wasser im Holz ausgeschlossen ist. Hier wird besonders auf den Schutz der Hirnholzflächen hingewiesen.

Ausführungen mit besonderen baulichen Holzschutzmaßnahmen nach DIN 68800-2 sind gegenüber vorbeugenden Schutzmaßnahmen mit Holzschutzmitteln nach DIN 68800-3 zu bevorzugen. Wird bei tragenden Holzbauteilen der Holzschutz nicht allein durch bauliche Maßnahmen nach DIN 68800-2 und die natürliche Dauerhaftigkeit der vorgesehenen Holzart sichergestellt, so sind zusätzlich vorbeugende Holzschutzmaßnahmen mit Holzschutzmitteln nach DIN 68800-3 vorzunehmen.

3.4 Gründung

Die Gründung ist über eine 30 cm starke elastisch gebettete Bodenplatte mit einer umlaufenden Aufkantung als Spritzschutz geplant. Das Treppenhaus wird separat gegründet.

3.5 Konstruktiver Brandschutz

Soweit nicht anders angegeben sind für den Brandschutz die Anforderungen nach DIN EN 1995-1-2 (Holzwerkstoffe) bzw. DIN 1993-1-2 (Stahlbau) für die Brandschutzklasse F30 einzuhalten. Die betroffenen Holzbauteile werden über Abbrandraten ohne Verkleidung bemessen.

Um den Brandschutz der Stahlbauteile sowie der Verbindungsmittel aus Stahl zu gewährleisten, sind diese entsprechend zu verkleiden oder mit einem F30-Anstrich zu versehen.

An einen Teil der Bauteile werden keine Brandschutzanforderungen gestellt.

4 Baustoffe

Brettsperrholzdecken:

Nutzungsklasse:	1
gewählte Holzdruckfestigkeit:	C24

Unterzüge (Holz):

Nutzungsklasse:	1
gewählte Holzdruckfestigkeit:	GL24c bzw. GL28c

Holzstützen Fahrzeughalle:

Nutzungsklasse:	1
gewählte Holzfestigkeit:	GL24h

Brettsperrholzwände:

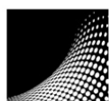
Nutzungsklasse:	1
gewählte Holzfestigkeit:	C24
gewähltes Material:	BSP KLH 7s 180 DQ oder gleichwertig

Wände Aufzugsschacht:

Expositionsklasse:	XC1, WO	
gewählte Betondruckfestigkeit:	C25/30	Überwachungsklasse 1
gewählte Betondeckung:	25 mm	
Rechenwert der Rissbreite w_k	0,4 mm	

Innenwand Stahlbeton:

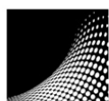
Expositionsklasse:	XC1, WO	
gewählte Betondruckfestigkeit:	C25/30	Überwachungsklasse 1
gewählte Betondeckung:	25 mm	
Rechenwert der Rissbreite w_k	0,4 mm	



Bodenplatte:

Expositionsklasse:	XC2, WF	
gewählte Betondruckfestigkeit:	C25/30	Überwachungsklasse 1
gewählte Betondeckung:	35 mm	
Rechenwert der Rissbreite w_k	0,3 mm	

Stahlbauteile:	S235
Betonstahl:	BST 500/550 S + M
Mauerwerk:	KS-P-20-2,2-DM (tragende Wände)



5 Lastannahmen

5.1 Ständige Ausbaulasten nach DIN EN 1991-1-1 (12.2010)

Dachdecke (Gründach):	$\Delta g_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$
Dachdecke (Fahrzeughalle):	$\Delta g_k = 1,70 \text{ kN/m}^2$
Dachterrasse:	$\Delta g_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$
Geschossdecke über EG:	$\Delta g_k = 2,20 \text{ kN/m}^2$
Bodenplatte:	$\Delta g_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$
Bodenplatte (Fahrzeughalle):	$\Delta g_k = 3,50 \text{ kN/m}^2$

Lastermittlung:

Dachdecke (Gründach)				
ständige Ausbaulast				
8 cm ext. Begrünung mit Substratschicht (8 cm)	$\gamma =$	15 kN/m ³	=	1,20 kN/m ²
2 cm bituminöse Abdichtung, 2-lagig	$\gamma =$	0,06 kN/(m ² cm)	=	0,12 kN/m ²
26 cm Gefälledämmung	$\gamma =$	0,4 kN/m ³	=	0,10 kN/m ²
1 cm Dampfsperre	$\gamma =$	0,07 kN/m ²	=	0,07 kN/m ²
20 cm Brettsperrholzdecke	Eigengewicht programmintern berücksichtigt			
Abhangdecke Schulungsraum (Deckensegel)	$\gamma =$	0,15 kN/m ²	=	0,15 kN/m ²
			Summe Δg_k	1,64 kN/m ²
			gewählt:	2,00 kN/m²

Dachdecke (Fahrzeughalle)				
ständige Ausbaulast				
PV-Anlage	$\gamma =$	0,25 kN/m ²	=	0,25 kN/m ²
5 cm Bekiesung	$\gamma =$	20 kN/(m ³)	=	1,00 kN/m ²
2 cm bituminöse Abdichtung, 2-lagig	$\gamma =$	0,06 kN/(m ² cm)	=	0,12 kN/m ²
26 cm Gefälledämmung	$\gamma =$	0,4 kN/m ³	=	0,10 kN/m ²
1 cm Dampfsperre	$\gamma =$	0,07 kN/m ²	=	0,07 kN/m ²
20 cm Brettsperrholzdecke	Eigengewicht programmintern berücksichtigt			
			Summe Δg_k	1,54 kN/m ²
			gewählt:	1,70 kN/m²

Dachterrasse				
ständige Ausbaulast				
5 cm Beton-Gehwegplatten auf Stelzlagern	$\gamma =$	1,5 kN/m ²	=	1,50 kN/m ²
2 cm bituminöse Abdichtung, 2-lagig	$\gamma =$	0,06 kN/(m ² cm)	=	0,12 kN/m ²
26 cm Gefälledämmung	$\gamma =$	0,4 kN/m ³	=	0,10 kN/m ²
1 cm Dampfsperre	$\gamma =$	0,07 kN/m ²	=	0,07 kN/m ²
20 cm Brettsperrholzdecke	Eigengewicht programmintern berücksichtigt			
			Summe Δg_k	1,79 kN/m ²
			gewählt:	2,00 kN/m²

Geschossdecke EG				
ständige Ausbaulast				
1 cm elastischer Bodenbelag/Keramikfliesen	$\gamma =$	0,22 kN/(m ² cm)	=	0,22 kN/m ²
7,5 cm Heizestrich	$\gamma =$	0,22 kN/m ³	=	1,65 kN/m ²
1,5 cm Trittschalldämmung TSD 15-2	$\gamma =$	0,02 kN/(m ² cm)	=	0,03 kN/m ²
5 cm Wärmedämmung WLG035	$\gamma =$	0,4 kN/m ³	=	0,02 kN/m ²
20 cm Brettsperrholzdecke	Eigengewicht programmintern berücksichtigt			
			Summe Δg_k	1,92 kN/m ²
			gewählt:	2,20 kN/m²

Bodenplatte				
ständige Ausbaulast				
1 cm Belag Epoxydharzbeschichtung/Keramikfliesen	$\gamma =$	0,22 kN/(m ² cm)	=	0,22 kN/m ²
8,5 cm Heizestrich	$\gamma =$	0,22 kN/m ³	=	1,87 kN/m ²
2,5 cm Trittschalldämmung	$\gamma =$	0,02 kN/(m ² cm)	=	0,05 kN/m ²
7 cm Wärmedämmung WLG035	$\gamma =$	0,4 kN/m ³	=	0,03 kN/m ²
1 cm Dampfsperre	$\gamma =$	0,07 kN/m ²	=	0,07 kN/m ²
30 cm Stahlbeton	Eigengewicht programmintern berücksichtigt			
			Summe Δg_k	2,24 kN/m ²
			gewählt:	2,50 kN/m²

Bodenplatte (Fahrzeughalle)				
ständige Ausbaulast				
1,8 cm Rüttelfliese, Argelith Hexalith o. glw.	$\gamma =$	0,42 kN/m ²	=	0,42 kN/m ²
16,2 cm Mörtelbett	$\gamma =$	18 kN/m ³	=	2,92 kN/m ²
1 cm Dampfsperre	$\gamma =$	0,07 kN/m ²	=	0,07 kN/m ²
30 cm Stahlbeton	Eigengewicht programmintern berücksichtigt			
			Summe Δg_k	3,41 kN/m ²
			gewählt:	3,50 kN/m²

5.2 Verkehrslasten nach DIN EN 1991-1-1 (12.2010)

Dachdecke (Gründach):

$$q_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Auf der Dachdecke sollen auf Wunsch des Bauherrn Abseilübungen stattfinden können. In Abstimmung mit dem Bauherrn wurde eine Nutzungsbeschränkung der Dachdecke auf maximal 5 Personen vorgesehen. Die Nutzlast wurde deshalb auf 2,00 kN/m² reduziert.

Dachdecke (Fahrzeughalle):

nicht begehbare Dächer (Kat. H) + PV-Anlage

$$q_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$$

Dachterrasse:

Dachterrasse (Kat. Z):

$$q_k = 4,00 \text{ kN/m}^2$$

Geschossdecke:

Schulungsraum (Kat. C1):
Trennwandzuschlag

$$q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 3,80 \text{ kN/m}^2$$

Lagerfläche (Kat. E1.2):

$$q_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$$

Büro / WC / Flur:
Trennwandzuschlag

$$q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 3,80 \text{ kN/m}^2$$

Bodenplatte:

Fahrzeughalle (Brückenklasse 16/16):

$$q_k = 8,90 \text{ kN/m}^2$$

Sonstige Nutzungen:

$$q_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$$

Lasttabellen aus DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

6 Nutzlasten im Hochbau

6.3 Charakteristische Werte für Nutzlasten

6.3.1.1 Nutzungskategorien

NDP zu 6.3.1.1 und 6.3.1.2, Tabelle 6.1 und Tabelle 6.2

Tabelle 6.1 und Tabelle 6.2 sind durch die folgende Tabelle 6.1DE zu ersetzen:

Tabelle 6.1DE — Lotrechte Nutzlasten für Decken, Treppen und Balkone

Spalte	1		2	3	4	5
Zeile	Kategorie		Nutzung	Beispiele	q_k kN/m ²	Q_k^e kN
1	A	A1	Spitzböden	Für Wohnzwecke nicht geeigneter, aber zugänglicher Dachraum bis 1,80 m lichter Höhe	1,0	1,0
2		A2	Wohn- und Aufenthaltsräume	Decken mit ausreichender Querverteilung der Lasten, Räume und Flure in Wohngebäuden, Bettenräume in Krankenhäusern, Hotelzimmer einschl. zugehöriger Küchen und Bäder	1,5	—
3		A3		wie A2, aber ohne ausreichende Querverteilung der Lasten	2,0 ^c	1,0
4	B	B1	Büroflächen, Arbeitsflächen, Flure	Flure in Bürogebäuden, Büroflächen, Arztpraxen ohne schweres Gerät , Stationsräume, Aufenthaltsräume einschl. der Flure, Kleinviehställe	2,0	2,0
5		B2		Flure und Küchen in Krankenhäusern, Hotels, Altenheimen, Flure in Internaten usw.; Behandlungsräume in Krankenhäusern , einschl. Operationsräume ohne schweres Gerät; Kellerräume in Wohngebäuden	3,0	3,0
6		B3		Alle Beispiele von B1 u. B2, jedoch mit schwerem Gerät	5,0	4,0
7	C	C1	Räume, Versammlungsräume und Flächen, die der Ansammlung von Personen dienen können (mit Ausnahme von unter A, B, D und L festgelegten Kategorien).	Flächen mit Tischen; z. B. Kindertagesstätten, Kinderkrippen , Schulräume, Cafés, Restaurants, Speisesäle, Lesesäle, Empfangsräume, Lehrerzimmer	3,0	4,0
8		C2		Flächen mit fester Bestuhlung; z. B. Flächen in Kirchen, Theatern oder Kinos, Kongresssäle, Hörsäle, Wartesäle	4,0	4,0
9		C3		Frei begehbbare Flächen; z. B. Museumsflächen, Ausstellungsflächen, Eingangsbereiche in öffentlichen Gebäuden, Hotels, nicht befahrbare Hofkellerdecken, sowie die zur Nutzungskategorie C1 bis C3 gehörigen Flure	5,0	4,0
10		C4		Sport- und Spielflächen; z. B. Tanzsäle, Sporthallen, Gymnastik- und Kraftsporträume, Bühnen	5,0	7,0
11		C5		Flächen für große Menschenansammlungen; z. B. in Gebäuden wie Konzertsäle, Terrassen und Eingangsbereiche sowie Tribünen mit fester Bestuhlung	5,0	4,0
12		C6		Flächen mit regelmäßiger Nutzung durch erhebliche Menschenansammlungen, Tribünen ohne feste Bestuhlung	7,5	10,0

DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

Tabelle 6.1DE (fortgesetzt)

Spalte	1		2	3	4	5
Zeile	Kategorie		Nutzung	Beispiele	q_k kN/m ²	Q_k^e kN
13	D	D1	Verkaufsräume	Flächen von Verkaufsräumen bis 50 m ² Grundfläche in Wohn-, Büro- und vergleichbaren Gebäuden	2,0	2,0
14		D2		Flächen in Einzelhandelsgeschäften und Warenhäusern	5,0	4,0
15		D3		Flächen wie D2, jedoch mit erhöhten Einzellasten infolge hoher Lagerregale	5,0	7,0
16	E	E1.1	Lager, Fabriken und Werkstätten, Ställe, Lagerräume und Zugänge	Flächen in Fabriken ^a und Werkstätten ^a mit leichtem Betrieb und Flächen in Großviehställen	5,0	4,0
17		E1.2		Allgemeine Lagerflächen, einschließlich Bibliotheken	6,0 ^b	7,0
18		E2.1		Flächen in Fabriken ^a und Werkstätten ^a mit mittlerem oder schwerem Betrieb	7,5 ^b	10,0
19	T^d	T1	Treppen und Treppenpodeste	Treppen und Treppenpodeste in Wohngebäuden, Bürogebäuden und von Arztpraxen ohne schweres Gerät	3,0	2,0
20		T2		Alle Treppen und Treppenpodeste, die nicht in T1 oder T3 eingeordnet werden können	5,0	2,0
21		T3		Zugänge und Treppen von Tribünen ohne feste Sitzplätze, die als Fluchtwege dienen	7,5	3,0
22	Z^d		Zugänge, Balkone und ähnliches	Dachterrassen, Laubengänge, Loggien usw., Balkone, Ausstiegspodeste	4,0	2,0

^a Nutzlasten in Fabriken und Werkstätten gelten als vorwiegend ruhend. Im Einzelfall sind sich häufig wiederholende Lasten je nach Gegebenheit als nicht vorwiegend ruhende Lasten einzuordnen.

^b Bei diesen Werten handelt es sich um Mindestwerte. In Fällen, in denen höhere Lasten vorherrschen, sind die höheren Lasten anzusetzen.

^c Für die Weiterleitung der Lasten in Räumen mit Decken ohne ausreichende Querverteilung auf stützende Bauteile darf der angegebene Wert um 0,5 kN/m² abgemindert werden.

^d Hinsichtlich der Einwirkungskombinationen sind die Einwirkungen der Nutzungskategorie des jeweiligen Gebäudes oder Gebäudeteils zuzuordnen.

^e Falls der Nachweis der örtlichen Mindesttragfähigkeit erforderlich ist (z. B. bei Bauteilen ohne ausreichende Querverteilung der Lasten), so ist er mit den charakteristischen Werten für die Einzellast Q_k ohne Überlagerung mit der Flächenlast q_k zu führen. Die Aufstandsfläche für Q_k umfasst ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 50 mm.

5.3 Windlasten nach DIN EN 1991-1-4 (2010-12)

Windzone 2

Geländekategorie III

5.4 Schneelasten nach DIN EN 1991-1-3 (2010-12)

Schneezone 1 $s_k = 0,65 \text{ KN/m}^2$

Formbeiwert $\mu = 0,80$

PV-Anlage auf Flachdach:

Anlagenhöhe $h > 0,5 \text{ m}$ (Annahme auf sicherer Seite)

Formbeiwert $\mu = 1,0 \times 1,1 = 1,10$

5.5 Einwirkungen aus Erdbeben gem. DIN EN 1998/NA:2011-01

Erdbebenzone 3

Untergrundklasse S

Baugrundklasse C

Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = 0,8 \text{ m/s}^2$

Bedeutungskategorie des Gebäudes IV

6 Hinweise zur Bauausführung

6.1 Bewehrungsarbeiten

Die Bewehrungsarbeiten (Fertigteile und Ortbeton) sind gemäß den DBV-Merkblättern „Betondeckung und Bewehrung“ und „Abstandhalter“ auszuführen. Bei Sichtbetonbauteilen sind entsprechend geeignete Abstandhalter zu verwenden.

6.2 Ausschalfristen und Unterstützungszeiten

Die Geschossdecken sind ausreichend lange zu unterstützen und nachzubehandeln (DIN EN 13670; DBV-Merkblatt „Betonschalungen und Ausschalfristen“ (Ausgabe 2006)).

Die Hilfsstützen müssen beim Betonieren einer Deckenebene in mindestens 2 darunter befindlichen Geschossen vorhanden sein. Vor dem Betonieren sind die Hilfsstützen im jeweils untersten Geschoss kurzfristig zu entlasten. Decken, Wände, Unterzüge und wandartige Träger sind mindestens bis zur Tragfähigkeit des darüber liegenden Geschosses abzustützen.

Die zu erwartenden Verformungen der Deckenkonstruktionen sind den jeweiligen Berechnungen zu entnehmen. Wie im Massivbau üblich, wurden diese elastisch mit den Elastizitätsmoduli nach DIN EN 1992-1 ermittelt und müssen noch mit einem Zuschlag für Kriech- und Schwindvorgänge versehen werden, der in der Regel bei Faktor 2 – 3 liegt.

Diese Materialeigenschaften des Betons können wesentlich durch den Bauablauf beeinflusst werden. Der Zeitpunkt der Erstbelastung ist durch längere Unterstützungszeiten möglichst weit hinauszuzögern. Die Lagerung von Baumaterial auf den Decken hat nur im Bereich von Unterstützungen oder nach ausreichender Erhärtung zu erfolgen.

6.3 Geschossdecken / Einsatz von Fertig- und Halbfertigteilen

Es wird ausschließlich die Ausführung als Ortbetonkonstruktion betrachtet. Für Unterzüge und Decken die als Halbfertigteile mit Ortbetonergänzung ausgeführt werden, sind der Verbundnachweis in der Fuge gemäß DIN EN 1992-1 und eine ggf. erforderlich werdende Umbemessung der Biege-, Schub und Durchstanzbewehrung durch die ausführende Firma zu erbringen. Die zugehörigen statischen Nachweise und Bewehrungszeichnungen für die gesamte untere Bewehrungslage sind in prüffähiger Form durch den AN vorzulegen.

Die Ortbetonschicht wird vor Ort ergänzt. Der Vorteil hierin liegt in der Einsparung der Deckenschalung. Der Einsatz dieser Platten muss mit dem Tragwerksplaner abgestimmt werden. Die Geschossdecken tragen sich zweiachsig ab. Es muss daher auf den Platten eine durchgehende Bewehrung angeordnet werden. In den Drillbereichen dürfen keine Plattenfugen zu liegen kommen.

Für sämtliche Stahlbetonfertigteile (Treppenläufe, Wände, etc.) sind prüffähige statische Berechnungen und die zugehörigen Ausführungszeichnungen vom AN vorzulegen.

6.4 Tragende Außenwände / Innenwände

Vor dem Betonieren der Decken ist die oberste Steinlage mit Bitumenstreifen o.ä. abzudecken, um einen Verbund durch ein Volllaufen der Steinkammern mit der Stahlbetondecke zu verhindern.

Regeln zum Schlitzn von Mauerwerkswänden:

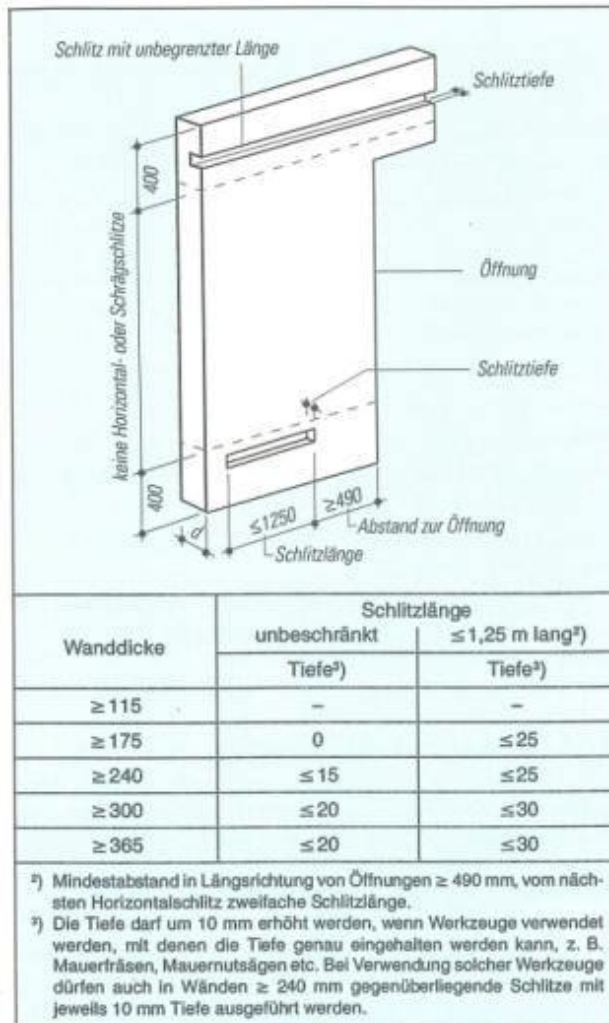


Bild 3/11: Nachträglich hergestellte horizontale und schräge Schlitzbohrungen nach DIN 1053 Teil 1, Tabelle 10, Maße in mm

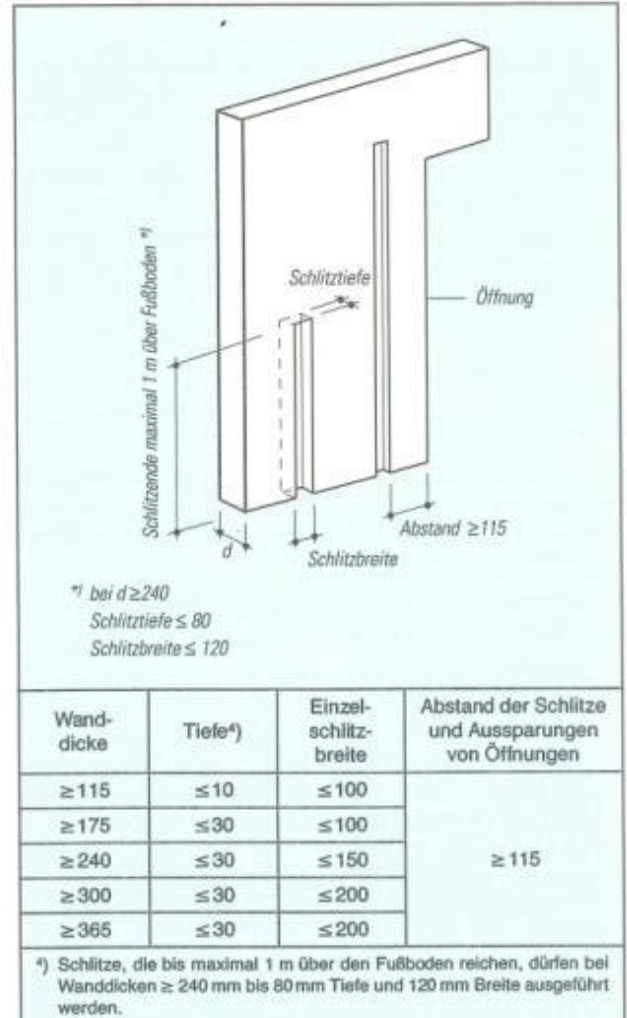


Bild 3/12: Nachträglich hergestellte vertikale Schlitze und Aussparungen nach DIN 1053 Teil 1, Tabelle 10, Maße in mm

6.5 Nichttragende Innenwände

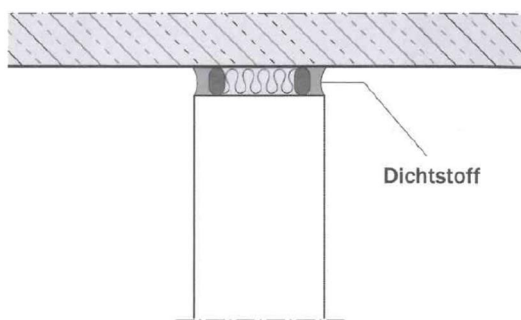
Sämtliche nichttragende Innenwände (Gipskarton oder Mauerwerk) sind mit einem Liniengewicht einschließlich Putz mit $m \leq 500 \text{ kg/m}$ Wandlänge auszuführen. Für die maximal zulässigen Wandlängen und Wandhöhen ist die DIN 4103-2 (2010-11) (Tabellen 1-3) zu beachten.

Die Wandkonstruktion und deren Anschlüsse an die Decken bzw. Außenwände sind so auszubilden, dass die Verformungen der Decke schadlos aufgenommen werden können.

Zur Vermeidung der Rissanfälligkeit sind gleitende/elastische Decken- und Wandanschlüsse vorzusehen.

Eventuelle Anforderungen an den Brandschutz, Feuchtschutz, Schallschutz etc. sind zu beachten.

Es wird empfohlen, die Putz- und Spachtelarbeiten in den Staffelgeschossen erst zu beginnen, wenn in der Dachdecke die Hauptanteile des Schwindens bereits eingetreten sind und die Oberseite mit Wärmedämmung belegt ist.

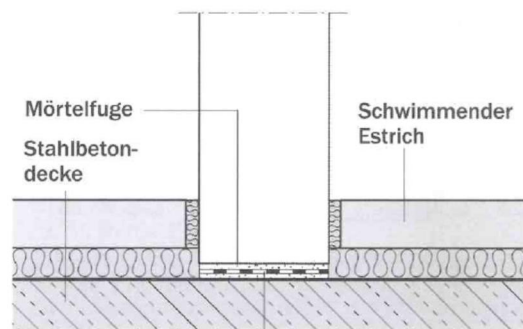


 Dämmschicht

Bei Anforderungen an den Brandschutz:
Baustoffklasse A, Schmelzpunkt $> 1000^\circ\text{C}$,
Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$

Bild 83. Gleitender Deckenanschluss bei dreiseitig gehaltener Wand – vertikal beweglich, seitlich nicht gehalten [29]

Vertikalschnitt



Bei größeren Deckenspannweiten Folie einlegen, um bei Durchbiegung der Decke Abriss der unteren Steinlagen zu verhindern.

Bild 87. Anschluss einer nichttragenden Innenwand bei größeren Spannweiten mit eingelegter Folie [29]

bei $d = 10\text{cm}$ – max $l = 10,0 \text{ m}$

aus Mauerwerk Kalender 2006, S.262 f.

6.6 Wandartige Träger

Beim Herstellen von wandartigen Trägern ist unbedingt darauf zu achten, dass die Notrüstung solange erhalten bleibt, bis die Wände mit Querwänden und der Decke im jeweiligen Geschoss betoniert und ausgehärtet sind. Die notwendigen Unterstützungen im Bauzustand sind auf Basis der erforderlichen Unterstützungslasten von der ausführenden Firma zu dimensionieren und zur Prüfung vorzulegen. Das DBV-Merkblatt „Betonschalungen und Ausschulfristen“ (Ausgabe 2006) ist zusätzlich zur DIN EN 13670 zu beachten.

Alle wandartigen Träger sind mit folgendem Symbol gekennzeichnet.

Aufgrund der Belastungen der Wandscheiben sollen in wandartigen Trägern keine nachträglichen Schlitz- und Durchbrucharbeiten durchgeführt werden. Notwendige Installations- und Verlegearbeiten sollen vor dem Betonieren bereits in der Schalung erfolgen. Die verwendeten Querschnitte sind vorher bekannt zu geben, abzustimmen und freizugeben.



6.7 Schalltechnische und wärmetechnische Entkopplung:

Die schalltechnische Entkopplung der Treppenläufe erfolgt über Tronsolen. Die Haupt- und Zwischenpodeste müssen durch einen entsprechend ausgebildeten Belag trittschallentkoppelt werden. Alle evtl. aus der thermischen Hülle auskragenden Bauteile sind wärmetechnisch durch Isokörbe oder gleichwertige Konstruktionen zu entkoppeln. Werden andere Elemente als die in diesem Dokument nachgewiesenen Bauteile verwendet, so ist deren Gleichwertigkeit in statischer und bauphysikalischer Hinsicht (Wärme-, Schall- und Brandschutz) vom ausführenden Unternehmer nachzuweisen!

6.8 Nachbehandlung von Beton gemäß DIN EN 13670 / DIN 1045-3

Nach Abziehen der Betonoberflächen sind diese sofort durch Abdecken mittels Folien oder dem Aufbringen von Curing-Mitteln vor Austrocknen zu schützen. Bei der Verwendung von Folien sind diese so zu befestigen, dass ihre Lage gesichert bleibt. Bei einer Nachbehandlung mit Curing-Mitteln ist dessen Verträglichkeit mit einer nachfolgenden Oberflächenbehandlung (Flügelglätten) und aufzubringenden Beschichtungen nachzuweisen.

Es wird empfohlen Wandteile 7 Tage in der Schalung zu halten. Wenn durch den Baubetrieb ein früheres Umsetzen erforderlich wird, sind geschlossene Foliensäcke vorzuhalten, die unmittelbar nach Entfernen der Schalung über das Bauteil zu ziehen sind. Bei extremer Witterung, starker Hitze, Wind und extremem Frost sind die Betonflächen zusätzlich durch wärmedämmende Matten abzudecken.

Explizite Angaben zu Ausschulfristen sind je nach Witterung z. B. DBV-Heft 16 „Typische Schäden im Stahlbetonbau“ oder dem Zementmerkblatt B8 zu entnehmen.

6.9 Arbeitsfugen

Alle Arbeitsfugen müssen vor dem weiteren Anbetonieren durch geeignete Maßnahmen so hergerichtet werden, dass das Korngerüst des Betons entsprechend den Vorgaben auf den Schal- und Bewehrungsplänen freigelegt ist.

Wenn auf den Ausführungsplänen keine anderen Angaben vorhanden sind, ist die Fuge mindestens rau gem. DIN EN 1992-1 Abs. 6.2.5 auszubilden.

Alle Arbeitsfugen im Bereich erdberührter und / oder wasserbenetzter Teile sind gemäß den anerkannten Regeln der Technik für die im Baugrundgutachten definierte Beanspruchung auszubilden (drückendes/aufstauendes Wasser).

Alle Fugenbänder oder -bleche, welche die Arbeitsfugen sichern, müssen ein gültiges allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP) besitzen oder allgemein bauaufsichtlich geregelt sein.

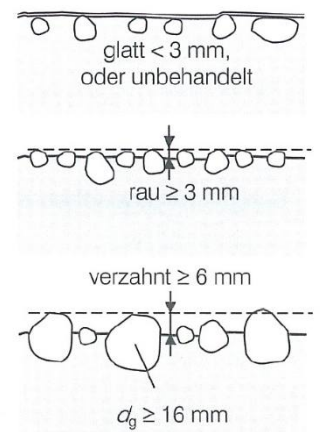
Im Falle der Verwendung von Fugenbändern sind entsprechende Fugenbandpläne vor dem Erstellen der Bewehrungszeichnungen als Ausführungszeichnungen vom AN zu fertigen und vorzulegen.

Die Anordnung der Arbeitsfugen ist im Zuge der Arbeitsvorbereitung mit dem Aufsteller und der Bauleitung abzustimmen.

Beim Einsatz von Rückbiegeanschlüssen (Klappeisen) sind für Fugen mit planmäßiger Lastübertragung Bewehrungsanschlüsse mit der Fugenbeschaffenheit „rau“ gemäß DIN EN 1992-1 Abs. 6.2.5 zu verwenden.

Die Betonierabschnitte sind auf die Betonierkapazität, auf die Zusammensetzung des Betons und die vorgesehene Nachbehandlung abzustimmen.

Bearbeitungsmöglichkeit Freilegen der Gesteinskörnung (Mindestraufweiten):



6.10 Sichtbeton

Bei Bauteilen, die in Sichtbeton herzustellen sind, ist bei der Herstellung dieser Umstand besonders zu berücksichtigen. Dies umfasst eine sachgerechte Betonrezeptur und eine ordnungsgemäße Bauausführung einschließlich einer angepassten Nachbehandlung.

Es sind die Anforderungen des DBV-Merkblattes „Sichtbeton“ (Ausgabe 2004) unter Berücksichtigung der durch den Architekten gewählten Sichtbetonklassen zu beachten.

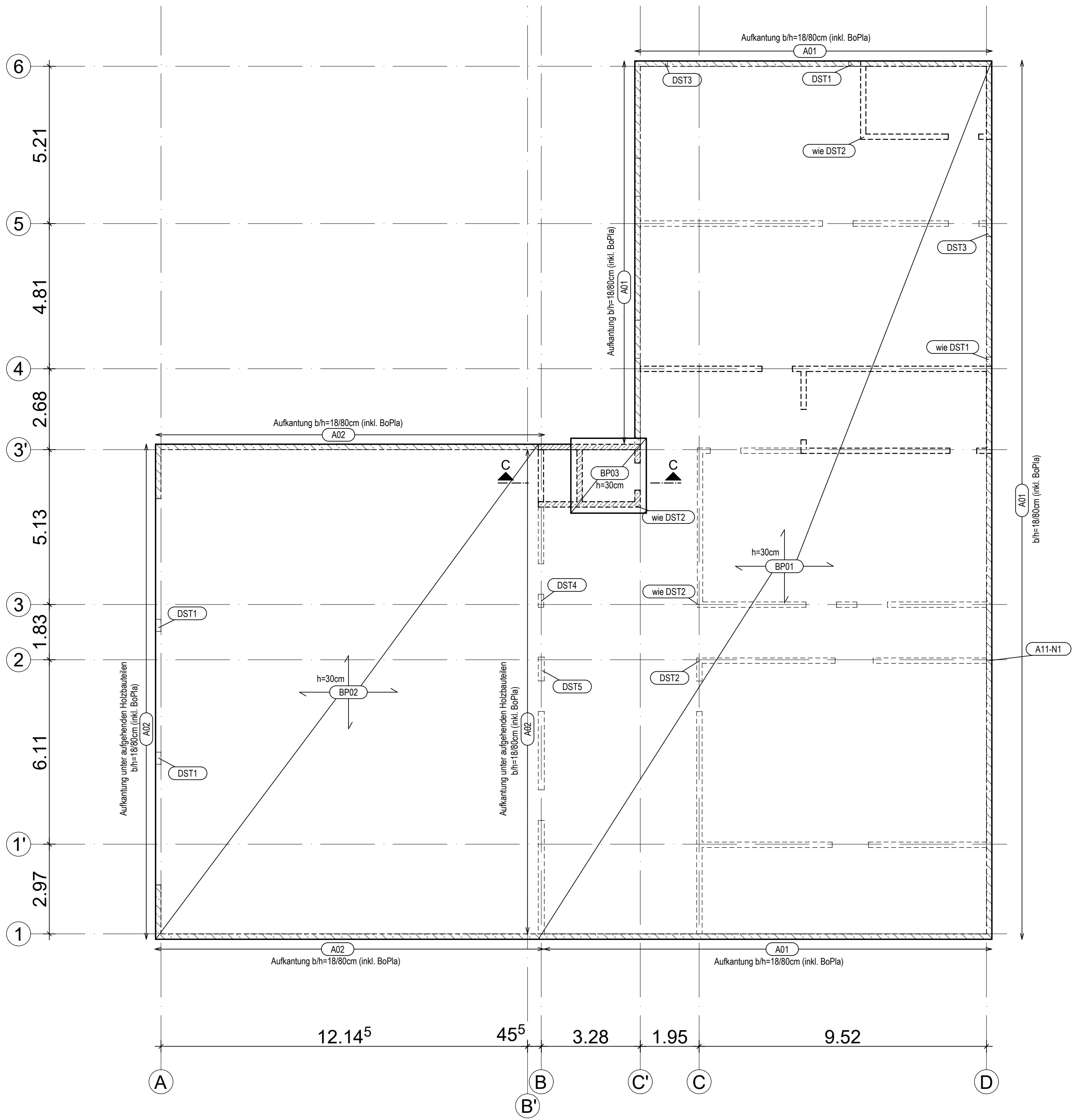
Bei Sichtbetonflächen ist nachfolgend Aufgeführtes gem. den Vorgaben der Sichtbetonklasse (SB) zu gewährleisten:

- Nester- und Porenfreiheit
- Keine Schlierenbildung
- Farbgleichheit der einzelnen Bauteile
- Ausreichend Bewehrungsüberdeckung
- Keine sichtbaren Abdrücke aus Bewehrungsabstandhaltern
- Gleichmäßige Schalungsstöße
- Keine Schalölrückstände
- Regelmäßige Anordnung der Schalungsstöße
- Kantenausbildung gemäß Angabe des Architekten

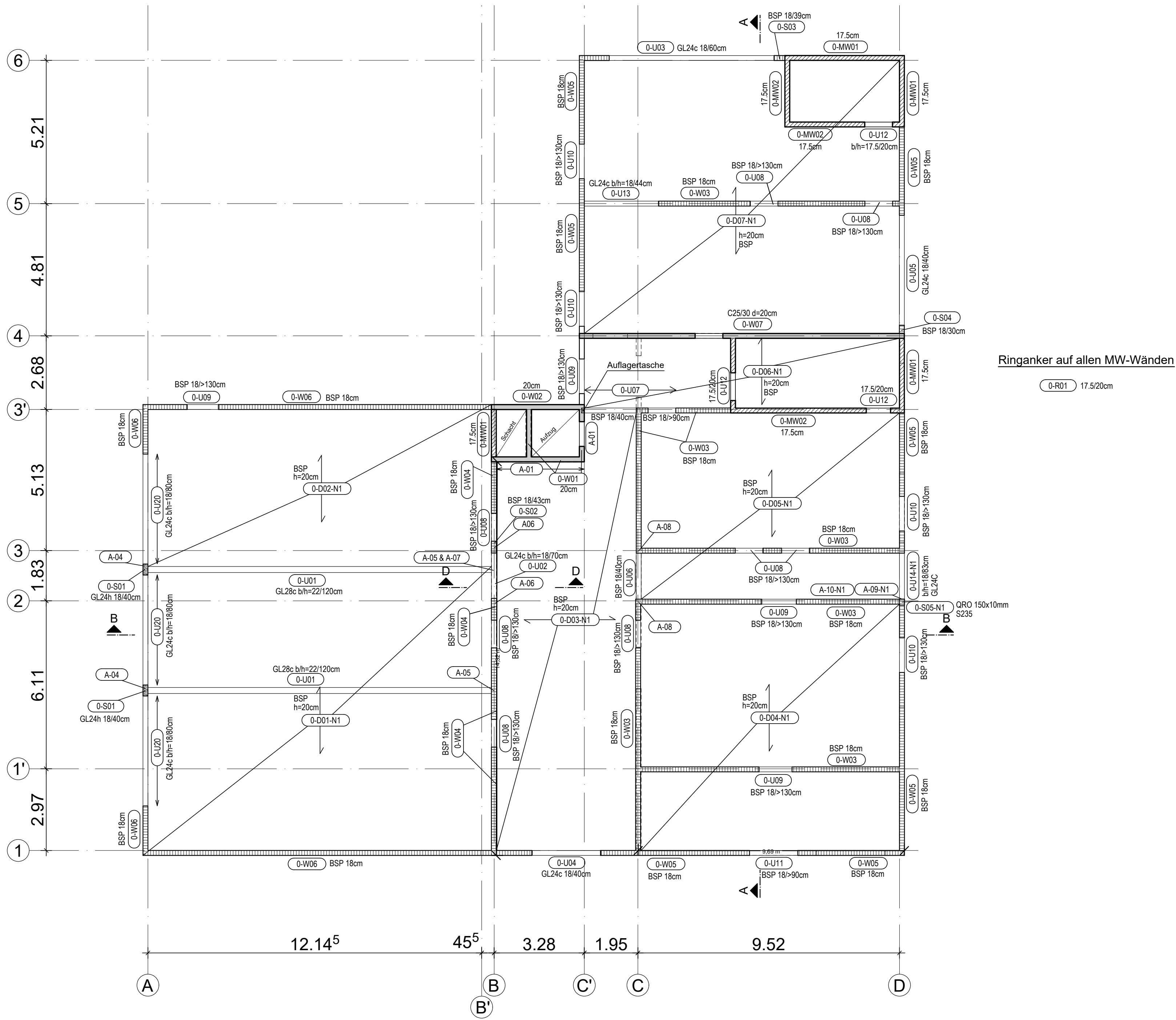
6.11 Außenanlagen

Die Außenanlagen sind nicht Bestandteil der beauftragten statischen Berechnung.

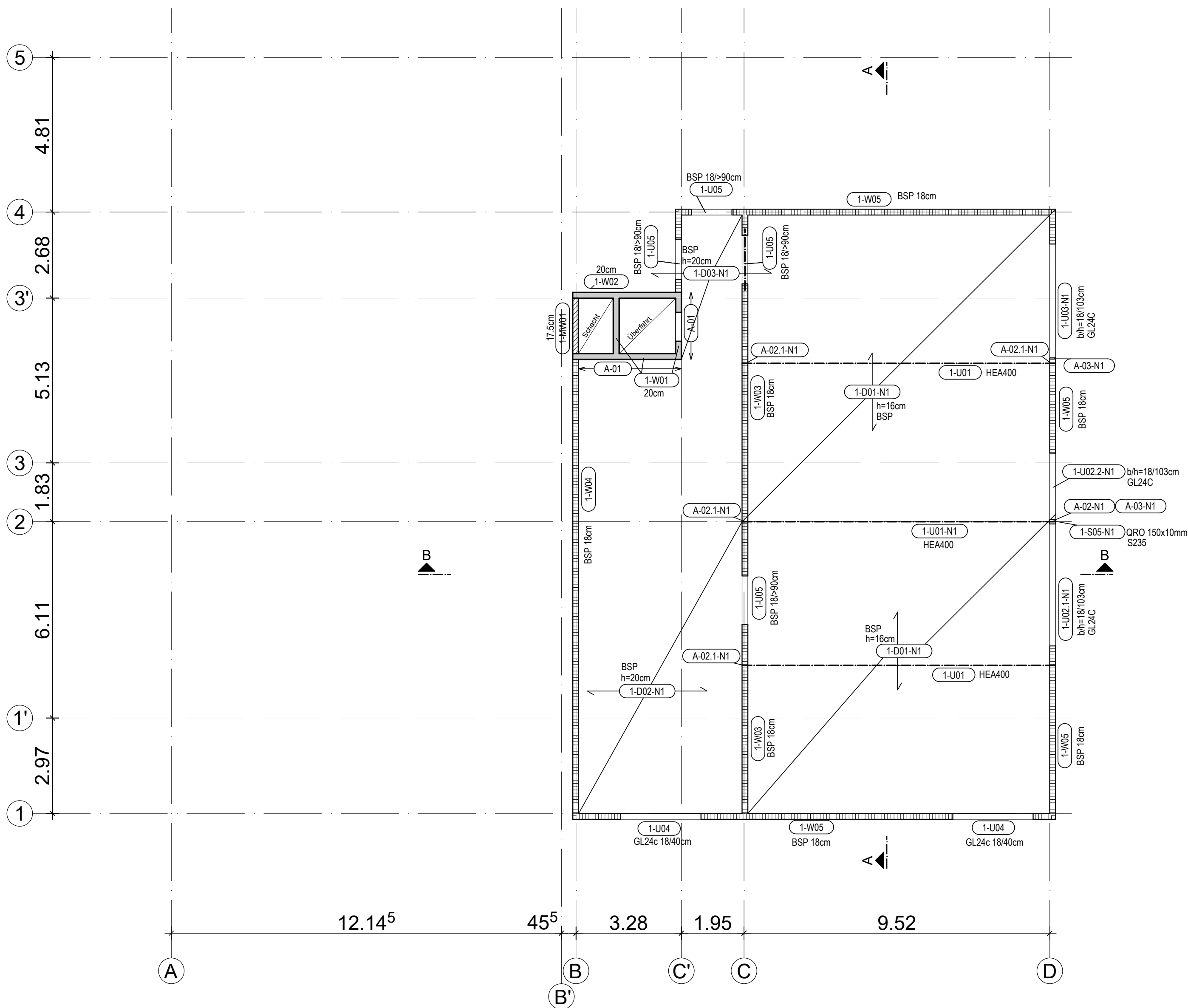
GRUNDRISS GRÜNDUNG M.1:100



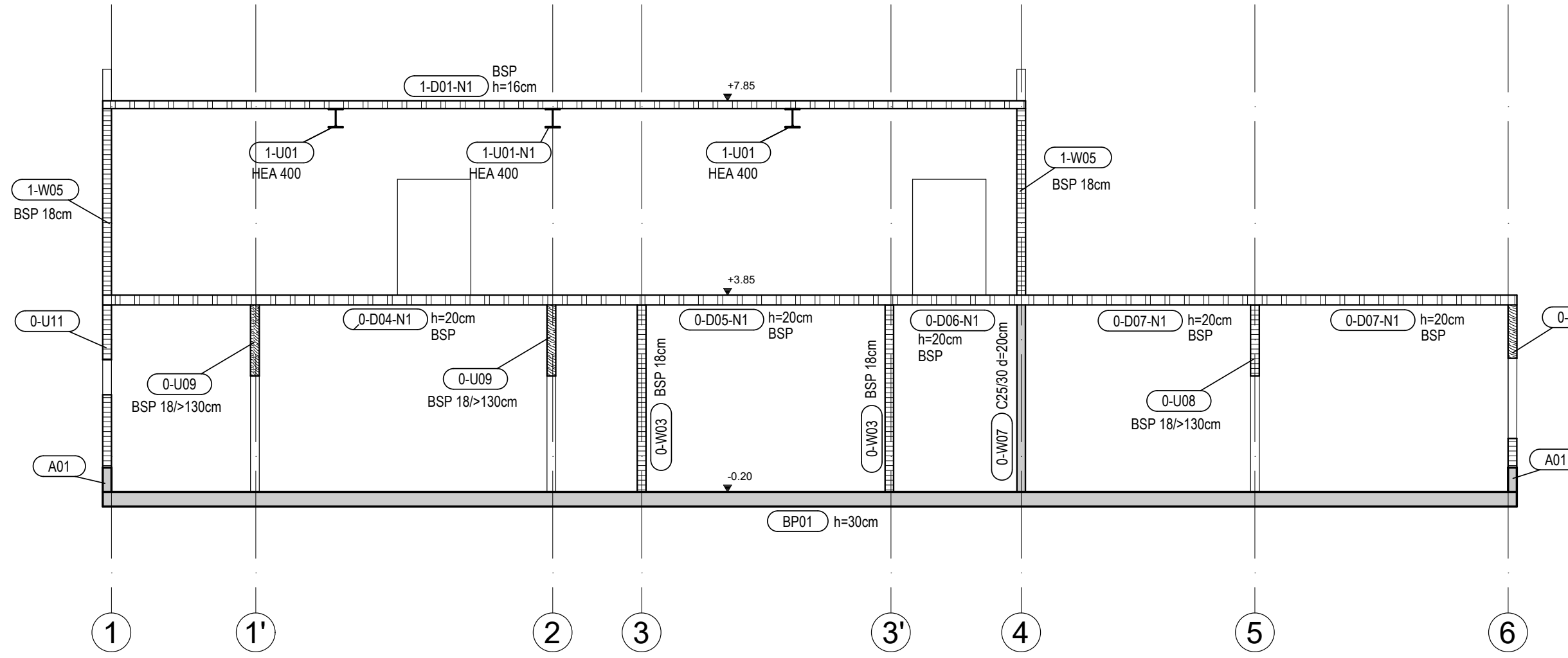
GRUNDRISS ERDGESCHOSS M.1:100



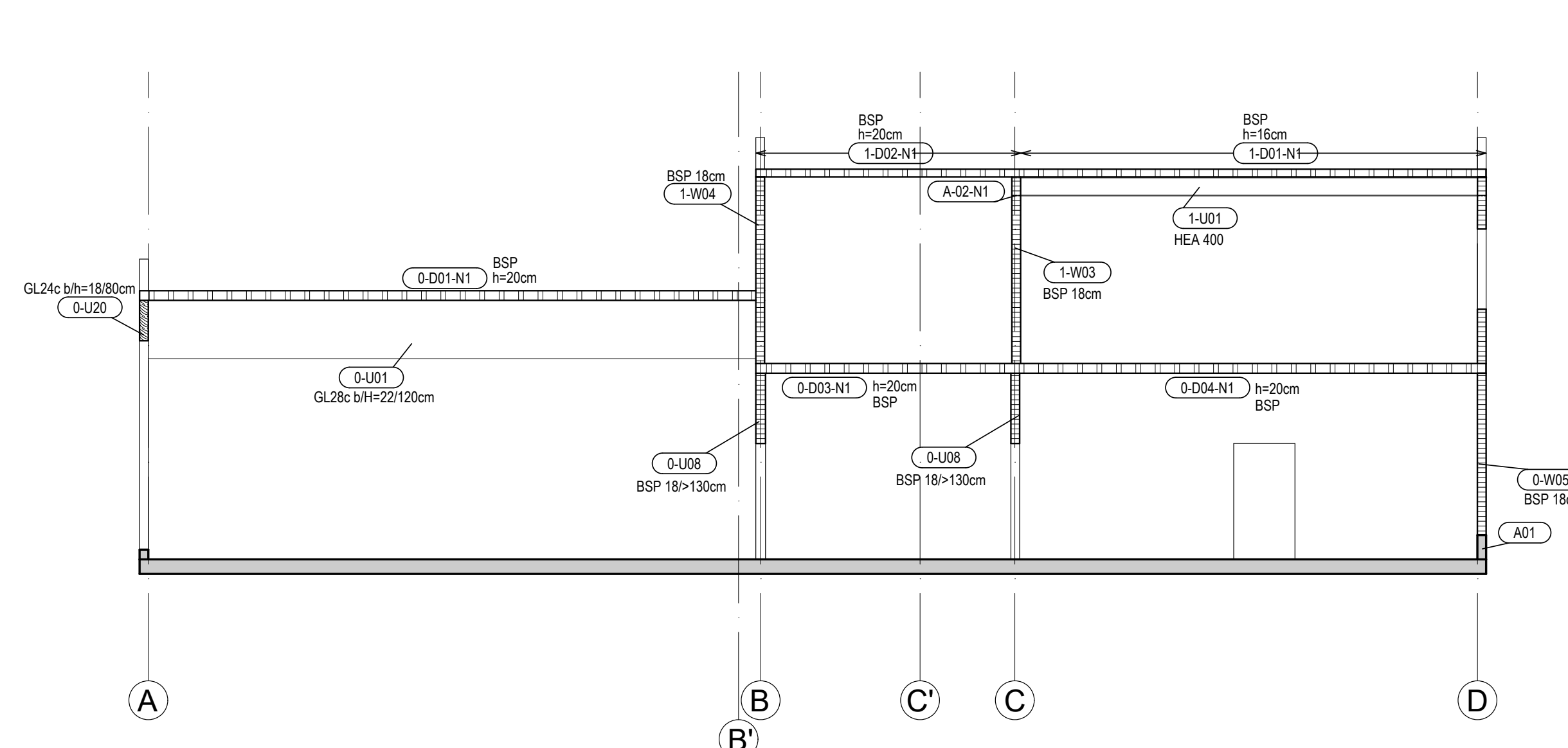
GRUNDRISS OBERGESCHOSS M.1:100



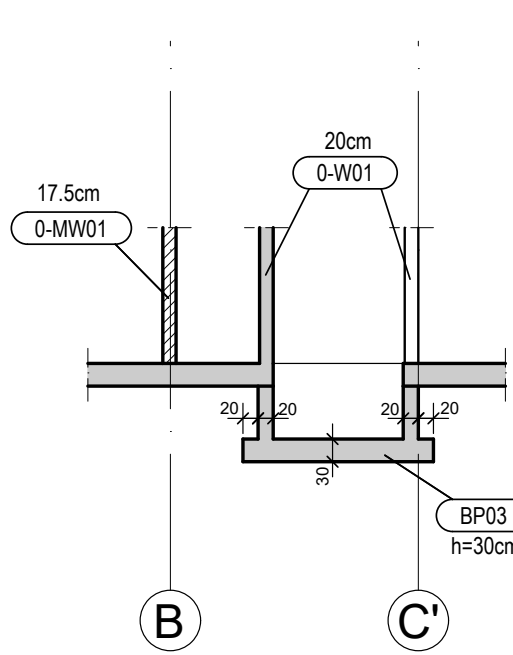
SCHNITT A-A M.1:100



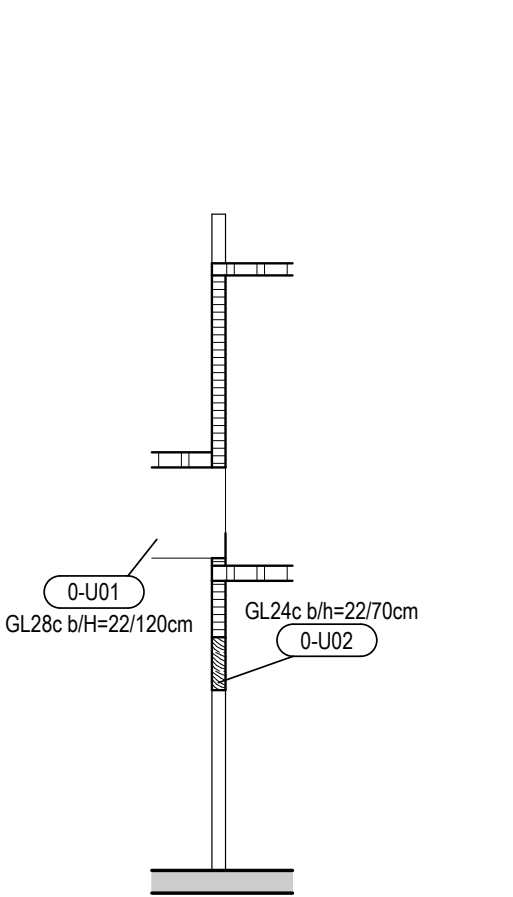
SCHNITT B-B M.1:100



SCHNITT C-C M.1:100



SCHNITT D-D M.1:100



Baustoffe:

Brettspernholzdecke:		
Nutzungs-kategorie:	1	
gewählte Holzdruckfestigkeit:	C24	
Unterzüge (Holz):		
Nutzungs-kategorie:	1	
gewählte Holzdruckfestigkeit:	GL24c bzw. GL28c	
Holzstützen Fahrzeughalle:		
Nutzungs-kategorie:	1	
gewählte Holzfestigkeit:	GL24h	
Brettspernholzdecken:		
Nutzungs-kategorie:	1	
gewählte Holzfestigkeit:	C24	
gewähltes Material:	BSP KLH 7a 180 DQ oder gleichwertig	
Wände Aufzugsschacht:		
gewählte Betondruckfestigkeit:	C25/30	Überwachungskategorie 1
Angaben Expositionsklassen siehe Statik!		
Innenwand Stahlbeton:		
gewählte Betondruckfestigkeit:	C25/30	Überwachungskategorie 1
Angaben Expositionsklassen siehe Statik!		
Bodenplatte:		
gewählte Betondruckfestigkeit:	C25/30	Überwachungskategorie 1
Angaben Expositionsklassen siehe Statik!		
Stahlbauteile:	S235	
Betonstahl:	BST 500/550 S+M	
Mauerwerk:	KS-P-20-2.2-DM (tragende Wände)	

Lastannahme:

1. Ständige Auslastungen nach DIN EN 1991-1-1 (12.2010)	
Dachdecke (Grunddach)	$\Delta q_d = 2,00 \text{ kN/m}^2$
Dachdecke (Fahrzeughalle)	$\Delta q_d = 1,70 \text{ kN/m}^2$
Dachterrasse	$\Delta q_d = 2,00 \text{ kN/m}^2$
Geschossdecke über EG	$\Delta q_d = 2,20 \text{ kN/m}^2$
Bodenplatte	$\Delta q_d = 2,50 \text{ kN/m}^2$
Bodenplatte (Fahrzeughalle)	$\Delta q_d = 3,50 \text{ kN/m}^2$
2. Verkehrslasten nach DIN EN 1991-1-1 (12.2010)	
Dachdecke (Grunddach)	$q_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$
Dachdecke (Fahrzeughalle)	$q_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$
Dachterrasse	$q_k = 4,00 \text{ kN/m}^2$
Geschossdecke	$q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$
Schulungsraum (Kat. C1)	$q_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$
Trennwandzuschlag	$q_k = 3,80 \text{ kN/m}^2$
Lagerfläche (Kat. E1.2)	$q_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$
Büro / WC / Flur	$q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$
Trennwandzuschlag	$q_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$
Bodenplatte	$q_k = 3,80 \text{ kN/m}^2$
Fahrzeughalle (Brückenkategorie 16/16)	$q_k = 8,90 \text{ kN/m}^2$
Sonstige Nutzungen	$q_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$

3. Windlasten nach DIN EN 1991-1-4 (2010-12)	
Windzone 2	
Geländekategorie III	
4. Schneelasten nach DIN EN 1991-1-3 (2010-12)	
Schneelastzone 1	$s_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$
Formbeiwert	$\mu = 0,80$
PV-Anlage auf Flachdach	
Anlagenhöhe $h > 0,5 \text{ m}$ (Annahme auf sicherer Seite)	
Formbeiwert	$\mu = 1,0 \times 1,1 = 1,10$
5. Einwirkungen aus Erdbeben gem DIN EN 1998/NA:2011-01	
Erdbebenzone	3
Untergrundklasse	S
Baugrundklasse	C
Bemessungswert der Bodenbeschleunigung	$a_g = 0,8 \text{ m/s}^2$
Bedeutungskategorie des Gebäudes	IV

03.06.2024	PLu	Nachtragspositionen (N1) ergänzt	b
27.07.2023	Ott	Baustoffe ergänzt	a
Datum	Name	Änderung	Index

Vom Prüflingen freigegeben am: 00.00.2022
Vom Architekten freigegeben am: 00.00.2022

STB KONSTRUKTION	BODENPLATTE, AUFGUG
AUFGEHENDE STB KONSTRUKTION	IM NÄCHSTEN GESCHOSS (WÄNDE)
AUFGEHENDE STB KONSTRUKTION	IM NÄCHSTEN GESCHOSS (BRÜSTUNGEN)
MAUERWERK TRAGEND	
BRETTSPERRHOLZWÄNDE	
BRETTSPERRHOLZDECKE	
HOLZ (GL24c/C24)	
STAHLTRÄGER	



Bauherr: Stadt Geilenkirchen
Markt 9, 52511 Geilenkirchen
Projekt: Feuerwehrgerätehaus Teveren
Gemarkung: Teveren, Flur 14, Flurstücke 2 und 206, 52511 Geilenkirchen

Bauteil: Positionsplan

gez.	Datum	Aug 22	Name	Ott	ges.	Datum	Name	DR. L. KÜTZING
Maßstab	1:100	Auftrag	IC 215320	Zeichnung-Nr.	P-01	Ind		
Größe	118.9x84.1							

Bemessung

Lastermittlung Wind und Schnee h = 9 m

Lasten aus Wind und Schnee LWS+ 02/21B (FRILO R-2021-2/P10)

Basiswerte

Land	Deutschland
Schnee-Norm	DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
Wind-Norm	DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12
Gemeinde	52511 Geilenkirchen
Geländehöhe	$h_{NN} = 85.00 \text{ m}$
Klimaregion	Zentral-Ost
Schneezone	1
Windzone	2
Geländekategorie	Kategorie II

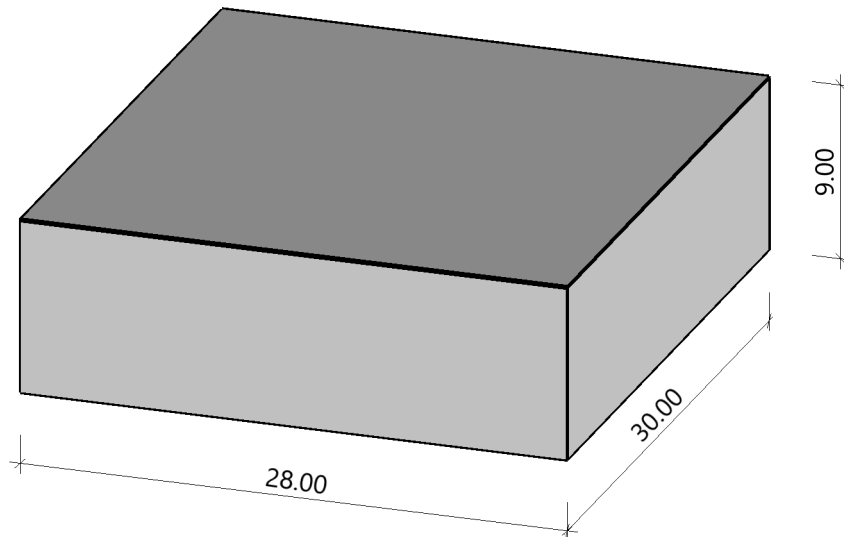
Beiwerte

Faktor für Schneetraufast $k = 0.40$

Geometrie Flachdach

Gebäudehöhe	$h = 9.00 \text{ m}$	
Gebäuelänge	$l = 30.00 \text{ m}$	
Gebäudebreite	$b = 28.00 \text{ m}$	
mit Flachdach - scharfkantig		
Dachneigung	$\alpha_{li} = 0.0^\circ$	
Überstand	$\ddot{u}_{li} = 0.00 \text{ m}$	$\ddot{u}_{re} = 0.00 \text{ m}$
Überstand	$\ddot{u}_1 = 0.00 \text{ m}$	$\ddot{u}_2 = 0.00 \text{ m}$
Dachbreite/länge	$dx = 28.00 \text{ m}$	$dy = 30.00 \text{ m}$

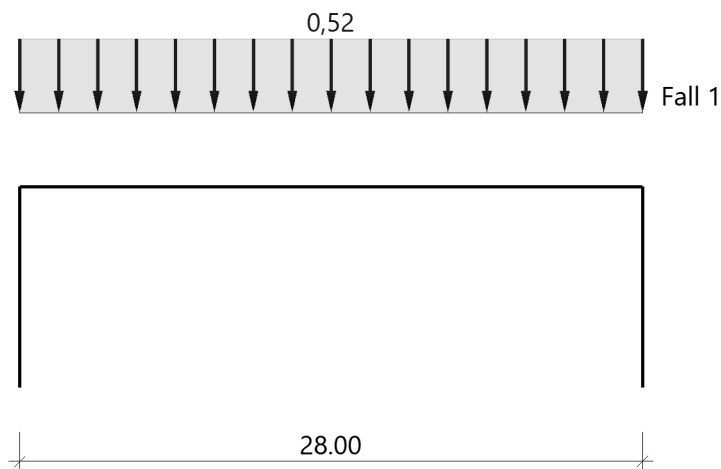
Grafik



Lasten

Bodenschneelast	$s_k = 0.65 \text{ kN/m}^2$
Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b0} = 25.0 \text{ m/s}$
Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b0} = 0.39 \text{ kN/m}^2$
Referenzhöhe	$z_e = 9.00 \text{ m}$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,0}(h) = 0.80 \text{ kN/m}^2$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,90}(h) = 0.80 \text{ kN/m}^2$

Grafik, Querschnitt

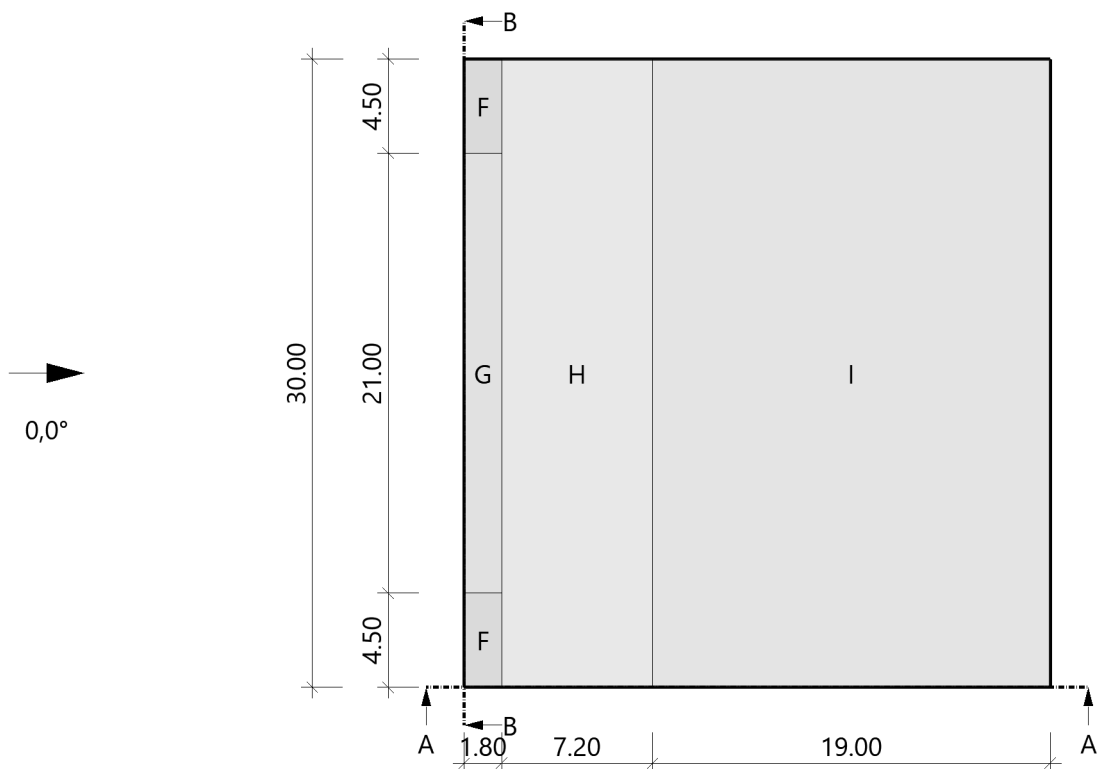


Tabelle, Querschnitt

Sit	μ	σ_i	$\sigma_{e,li}$	$\sigma_{e,re}$
		[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m]
P/T	0.80	0.52		

Alle Werte sind charakteristische Werte.
 Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

Grafik, 0°, Draufsicht



Tabelle, 0°, Draufsicht

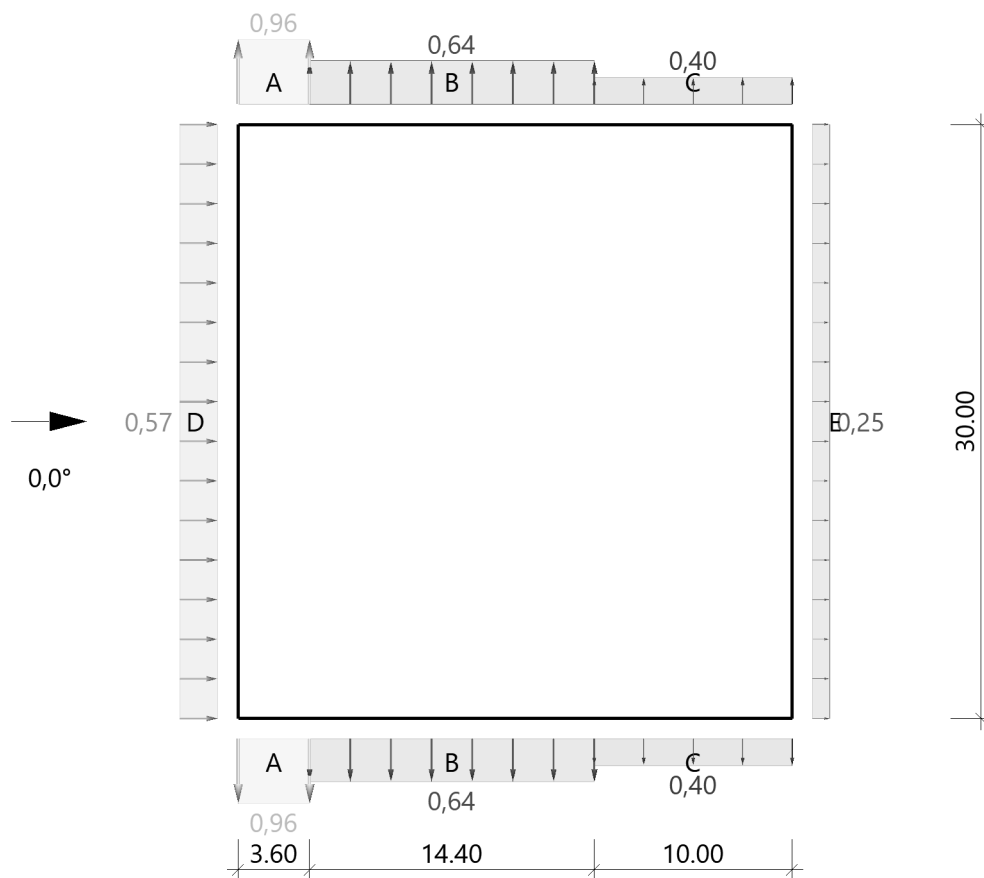
Referenzeinflussbreite e = 18.00 m

Bereich	Bauteil	C _{pe,10+}	C _{pe,10-}	C _{pe,1+}	C _{pe,1-}	W _{e,10+} [kN/m ²]	W _{e,10-} [kN/m ²]	W _{e,1+} [kN/m ²]	W _{e,1-} [kN/m ²]	l _x [m]	l _y [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-1.44	0.00	-2.00	1.80	4.50
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-0.96	0.00	-1.60	1.80	21.00
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.56	0.00	-0.96	7.20	30.00
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.16	-0.48	0.16	-0.48	19.00	30.00

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflussbreite e = 18.00 m

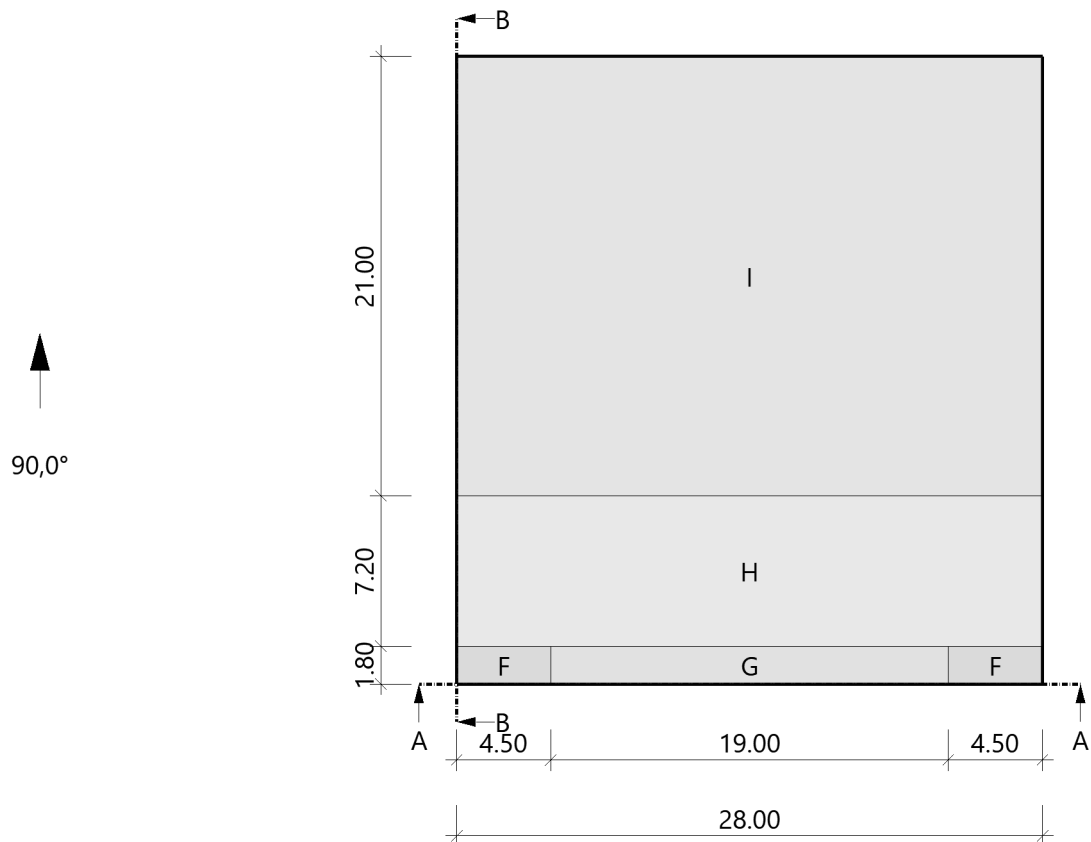
Verhältnis h/d = 0.321 h/b = 0.300 d/b = 0.933

Bereich	Bauteil	C _{pe,10+}	C _{pe,10-}	C _{pe,1+}	C _{pe,1-}	W _{e,10+} [kN/m ²]	W _{e,10-} [kN/m ²]	W _{e,1+} [kN/m ²]	W _{e,1-} [kN/m ²]	l _x [m]	l _y [m]
D	Wand links	0.71	0.00	1.00	0.00	0.57	0.00	0.80	0.00		30.00
E	Wand rechts	0.00	-0.32	0.00	-0.50	0.00	-0.25	0.00	-0.40		30.00
A	Wand vorne ¹	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.96	0.00	-1.12	3.60	
B	Wand vorne ¹	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.64	0.00	-0.88	14.40	
C	Wand vorne ¹	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.40	0.00	-0.40	10.00	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

¹ : Wand hinten enthält die gleichen Werte

Grafik, 90°, Draufsicht



Tabelle, 90°, Draufsicht

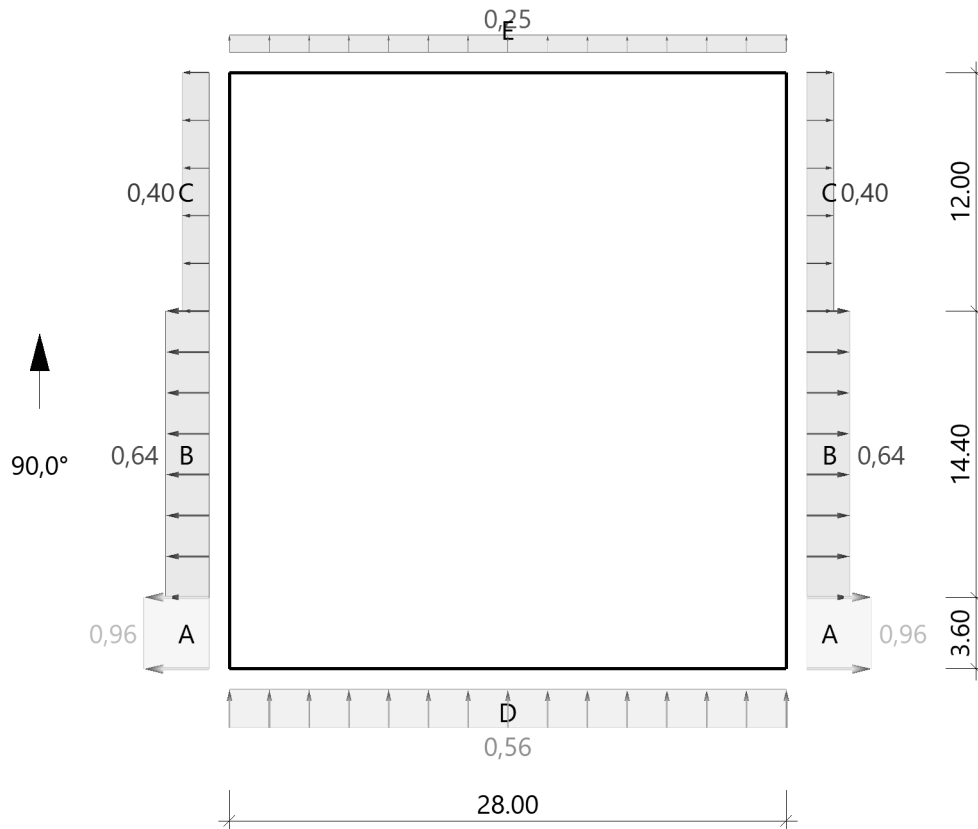
Referenzeinflußbreite $e = 18.00 \text{ m}$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-1.44	0.00	-2.00	4.50	1.80
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-0.96	0.00	-1.60	19.00	1.80
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.56	0.00	-0.96	28.00	7.20
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.16	-0.48	0.16	-0.48	28.00	21.00

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = $10,00 \text{ m}^2$

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite $e = 18,00 \text{ m}$
 Verhältnis $h/d = 0,300$

$h/b = 0,321$

$d/b = 1,071$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	I_x [m]	I_y [m]
D	Wand vorne	0.71	0.00	1.00	0.00	0.56	0.00	0.80	0.00	28.00	
E	Wand hinten	0.00	-0.31	0.00	-0.50	0.00	-0.25	0.00	-0.40	28.00	
A	Wand links 1	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.96	0.00	-1.12		3.60
B	Wand links 1	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.64	0.00	-0.88		14.40
C	Wand links 1	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.40	0.00	-0.40		12.00

Alle Werte sind charakteristische Werte.

1 : Wand rechts enthält die gleichen Werte

Lastermittlung Wind und Schnee h = 6 m

Lasten aus Wind und Schnee LWS+ 02/21B (FRILO R-2021-2/P10)

Basiswerte

Land	Deutschland
Schnee-Norm	DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
Wind-Norm	DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12
Gemeinde	52511 Geilenkirchen
Geländehöhe	$h_{NN} = 85.00 \text{ m}$
Klimaregion	Zentral-Ost
Schneezone	1
Windzone	2
Geländekategorie	Kategorie II

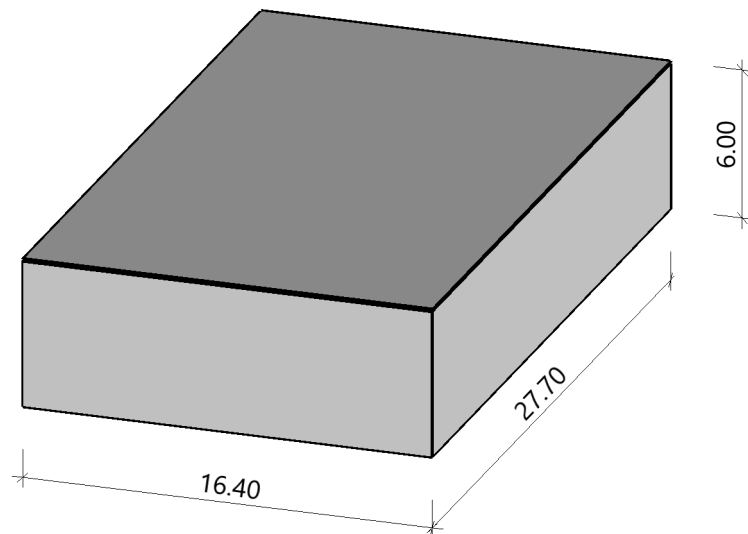
Beiwerte

Faktor für Schneetraulast $k = 0.40$

Geometrie Flachdach

Gebäudehöhe	$h = 6.00 \text{ m}$	
Gebäudelänge	$l = 27.70 \text{ m}$	
Gebäudebreite	$b = 16.40 \text{ m}$	
mit Flachdach - scharfkantig		
Dachneigung	$\alpha_{li} = 0.0^\circ$	
Überstand	$\ddot{u}_{li} = 0.00 \text{ m}$	$\ddot{u}_{re} = 0.00 \text{ m}$
Überstand	$\ddot{u}_1 = 0.00 \text{ m}$	$\ddot{u}_2 = 0.00 \text{ m}$
Dachbreite/länge	$dx = 16.40 \text{ m}$	$dy = 27.70 \text{ m}$

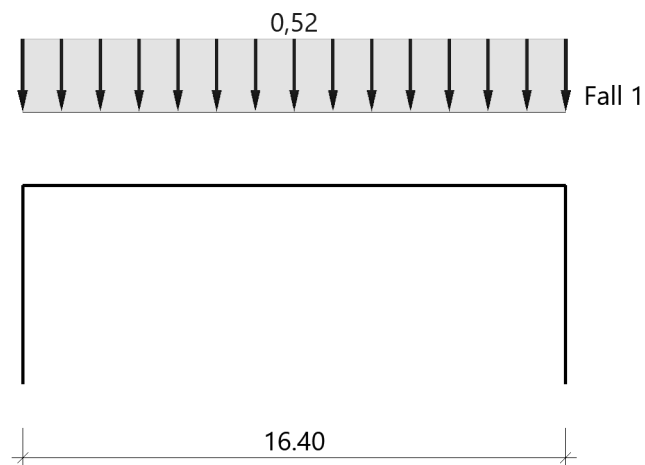
Grafik



Lasten

Bodenschneelast	$s_k = 0.65 \text{ kN/m}^2$
Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b0} = 25.0 \text{ m/s}$
Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b0} = 0.39 \text{ kN/m}^2$
Referenzhöhe	$z_e = 6.00 \text{ m}$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,0}(h) = 0.72 \text{ kN/m}^2$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,90}(h) = 0.72 \text{ kN/m}^2$

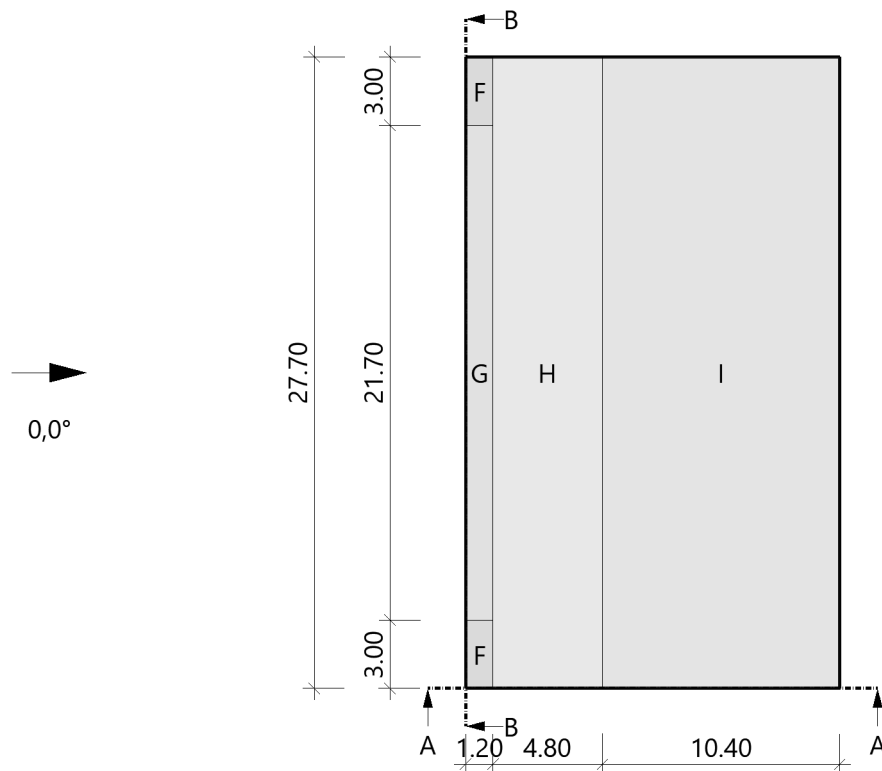
Grafik, Querschnitt



Tabelle, Querschnitt

Sit	μ	S_i [kN/m ²]	$S_{e,li}$ [kN/m]	$S_{e,re}$ [kN/m]
P/T	0.80	0.52		
Alle Werte sind charakteristische Werte.				
Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional				

Grafik, 0°, Draufsicht



Tabelle, 0°, Draufsicht

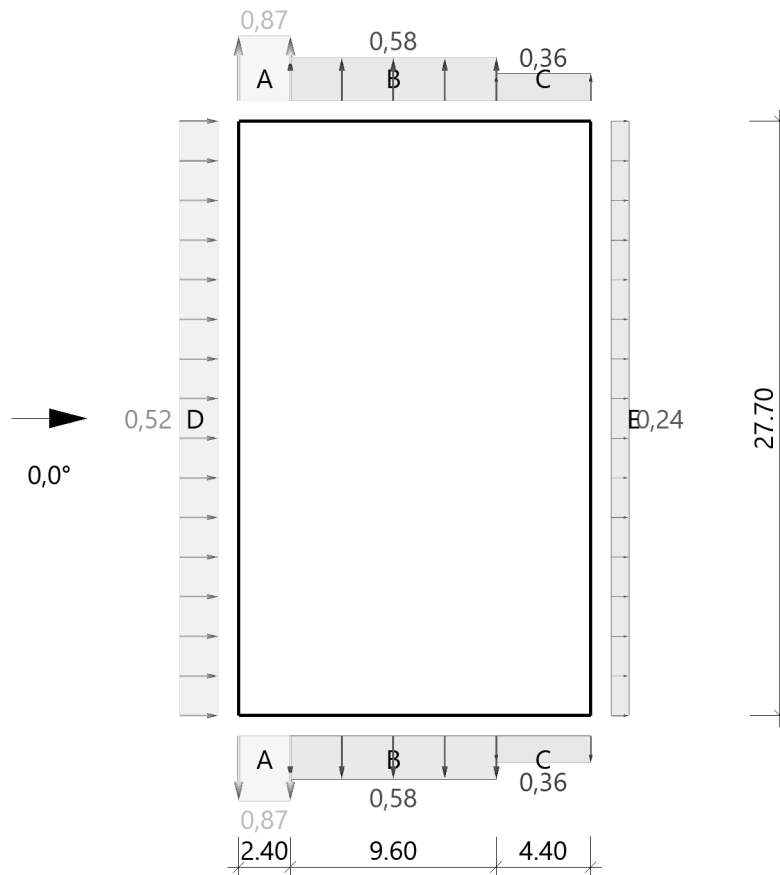
Referenzeinflussbreite $e = 12.00 \text{ m}$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-1.30	0.00	-1.81	1.20	3.00
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-0.87	0.00	-1.45	1.20	21.70
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.51	0.00	-0.87	4.80	27.70
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.14	-0.43	0.14	-0.43	10.40	27.70

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m^2

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflussbreite $e = 12.00 \text{ m}$

Verhältnis

$h/d = 0.366$

$h/b = 0.217$

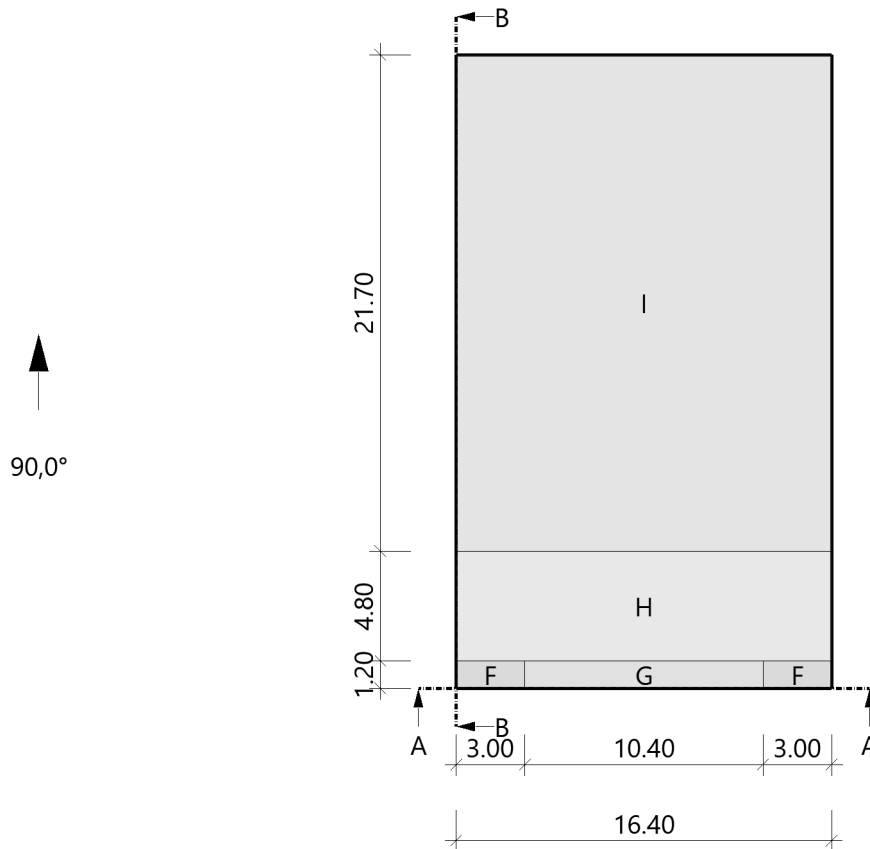
$d/b = 0.592$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
D	Wand links	0.72	0.00	1.00	0.00	0.52	0.00	0.72	0.00		27.70
E	Wand rechts	0.00	-0.33	0.00	-0.50	0.00	-0.24	0.00	-0.36		27.70
A	Wand vorne	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.87	0.00	-1.01	2.40	
B	Wand vorne	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.58	0.00	-0.80	9.60	
C	Wand vorne	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.36	0.00	-0.36	4.40	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

1 : Wand hinten enthält die gleichen Werte

Grafik, 90°, Draufsicht



Tabelle, 90°, Draufsicht

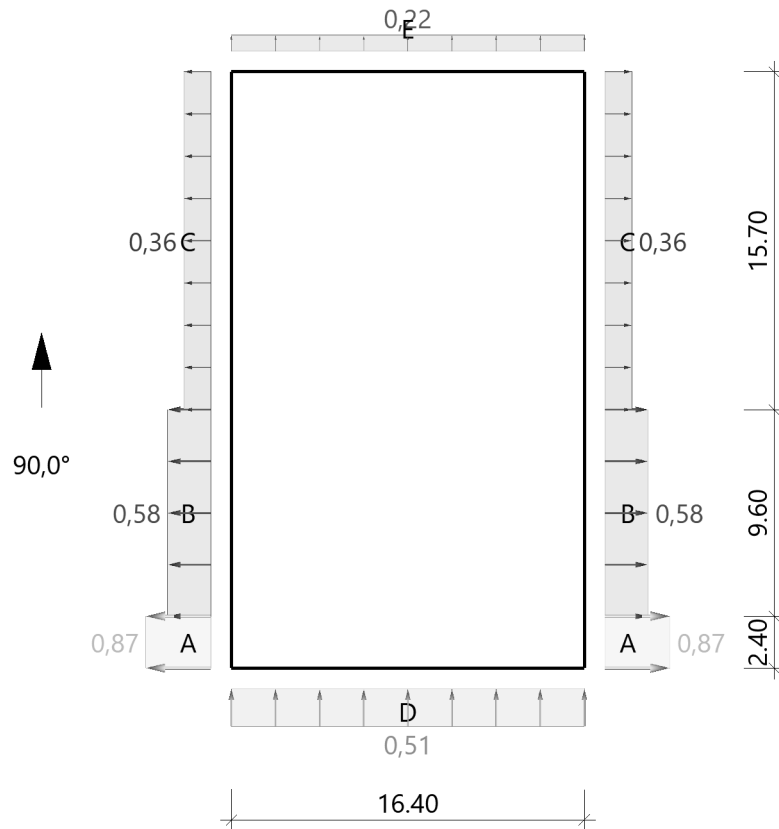
Referenzeinflußbreite e = 12.00 m

Bereich	Bauteil	Cpe,10+	Cpe,10-	Cpe,1+	Cpe,1-	We,10+ [kN/m²]	We,10- [kN/m²]	We,1+ [kN/m²]	We,1- [kN/m²]	lx [m]	ly [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-1.30	0.00	-1.81	3.00	1.20
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-0.87	0.00	-1.45	10.40	1.20
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.51	0.00	-0.87	16.40	4.80
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.14	-0.43	0.14	-0.43	16.40	21.70

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite $e = 12.00 \text{ m}$

Verhältnis $h/d = 0.217$

$h/b = 0.366$

$d/b = 1.689$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	I_x [m]	I_y [m]
D	Wand vorne	0.70	0.00	1.00	0.00	0.51	0.00	0.72	0.00	16.40	
E	Wand hinten	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.22	0.00	-0.36	16.40	
A	Wand links ¹	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.87	0.00	-1.01		2.40
B	Wand links ¹	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.58	0.00	-0.80		9.60
C	Wand links ¹	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.36	0.00	-0.36		15.70

Alle Werte sind charakteristische Werte.

¹ : Wand rechts enthält die gleichen Werte

Geschossdecken

Position: 1-D01- N1 - Brettsper Holzdecke h = 16 cm

Geometrische Randbedingungen:

Deckenstärke [h]:	16 cm
Stützweiten [L]:	Feld 1: 4,70 m
	Feld 2: 4,80 m

Lastannahmen:

Ausbaulasten Δg_k :	2,00 kN/m ²
Verkehrslast q_k :	2,00 kN/m ²

Auf der Dachdecke sollen auf Wunsch des Bauherrn Abseilübungen stattfinden können. In Abstimmung mit dem Bauherrn wurde eine Nutzungsbeschränkung der Dachdecke auf maximal 5 Personen vorgesehen. Die Nutzlast wurde deshalb auf 2,00 kN/m² reduziert.

mobile Trennwand Q_k : (h = 3,85 m)	0,5 kN/m ² x 3,85 m = 2,0 kN/m
--	---

Annahme: Das Eigengewicht der mobilen Trennwand beträgt max. 50 kg/m².

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 – KLH 5s 160 DL (BSP)

Wenn das Fabrikat der Decke festgelegt ist, muss die Bemessung der Decke ggf. überprüft werden!

Für jedes Verbindungsmittel ist auf die Einhaltung der Mindestabstände zu achten.

Position: 1-D01 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 16 cm

Nachweise	Eingehalten
Stab	KLH 5s 160 DL 100.0 / 16.0
Neigung [°]	0.0
Einflussbreite [m]	1.000

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Für den Nachweis der Pressung am Auflager A wurde eine Einzellast im Abstand von 3.55m erkannt. Wenn erforderlich, wird dies bei der Berechnung von $k_{c,90}$ berücksichtigt.

Für den Nachweis der Pressung am Auflager B wurde eine Einzellast im Abstand von 1.15m erkannt. Wenn erforderlich, wird dies bei der Berechnung von $k_{c,90}$ berücksichtigt.

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
DIN EN 1991-1-3/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Schneelasten	04.2019	-
DIN EN 1991-1-4/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Windlasten	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p	1.35 g + 1.50 p ₁
1.35 g + 1.50 p ₂		

Brandbemessung

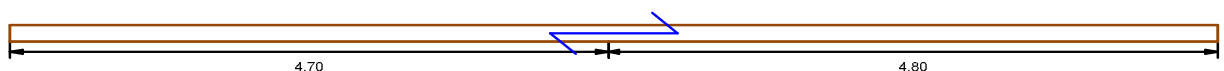
g	g + 0.30 p	g + 0.30 p ₁
g + 0.30 p ₂		

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

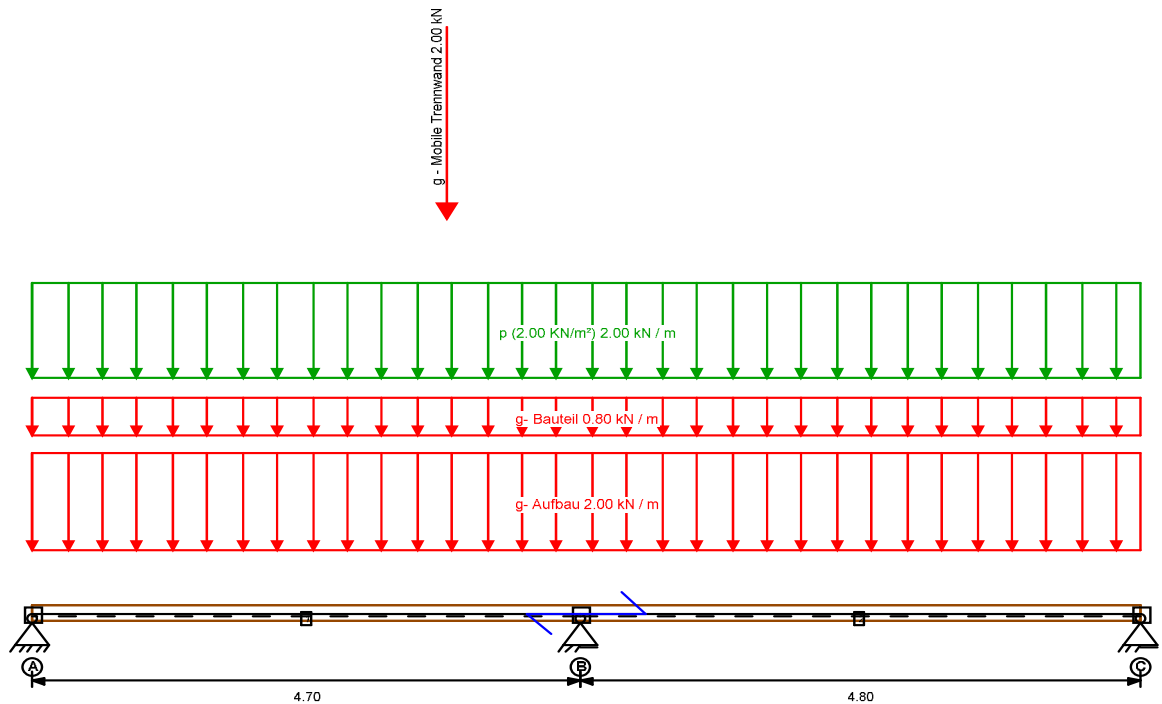
g	g + p	g + p ₁
g + p ₂		

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Neigung [°]	0.0
Feldl. Stab 1	4.700 m
Feldl. Stab 2	4.800 m

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau Träger

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
5	tragend	längs	40.00	C24 NSI	
4	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	40.00	C24 KLH	
2	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
1	tragend	längs	40.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	x1 [m]	Geb. Kat
g - Mobile Trennwand	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	2.00 [kN]	Stab 1: 3.550	A
g - Aufbau	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	2.00 [kN/m]		-
g - Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	0.80 [kN/m]		-
p (2.00 kN/m²)	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	2.00 [kN/m]		A

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL	Stab	NKL
------	-----	------	-----

1	1 - Beheizt	2	1 - Beheizt
---	-------------	---	-------------

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Anmerkung
A	180.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	300.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
C	150.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 2/C	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	l/300; l/200; l/300	4.70	4.70	0.00	0.00
2	l/300; l/200; l/300	4.80	4.80	0.00	0.00

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	t _{geschützt} min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	unten	0.00	4.70	4.70	4.70
2	unten	0.00	4.80	4.80	4.80

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsper Holz

Träger

B _{A,x} kNm ²	B _{B,x} kNm ²	EI _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN
192.00	3456.00	3648.00	15721.52	1440000.00

Schichtmaterialien

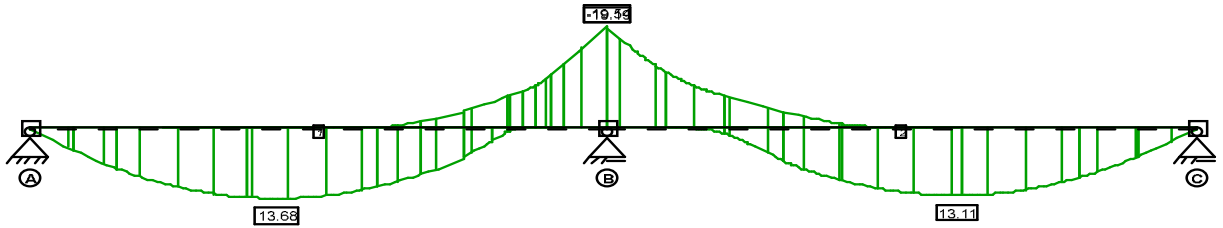
Identnummer	Material	f _{m,y,k} N/mm ²	f _{m,z,k} N/mm ²	f _{c,0,k} N/mm ²	f _{c,90,k} N/mm ²	f _{t,0,k} N/mm ²	f _{t,90,k} N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	f _{v,k} N/mm ²	E _{0,mean} N/mm ²	G _{mean} N/mm ²	E _{90,mean} N/mm ²	E _{0,5} N/mm ²	ρ _k kg/m ³	γ _M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

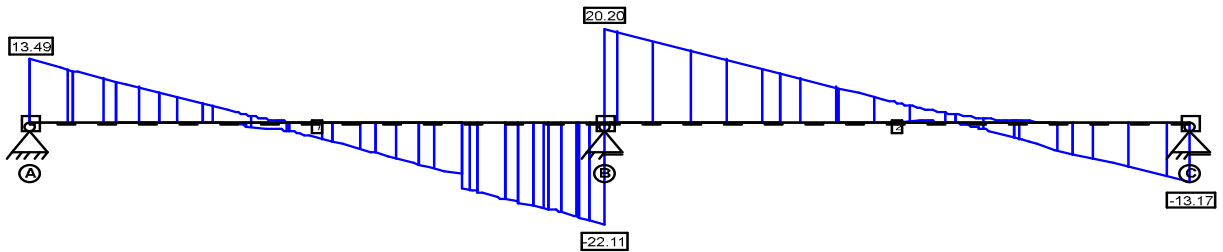
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



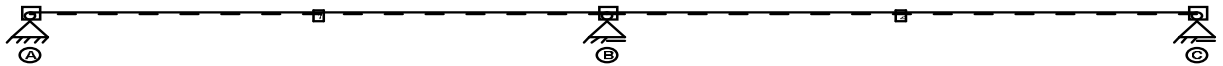
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



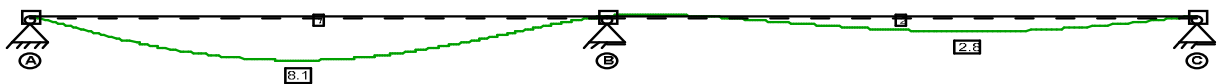
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



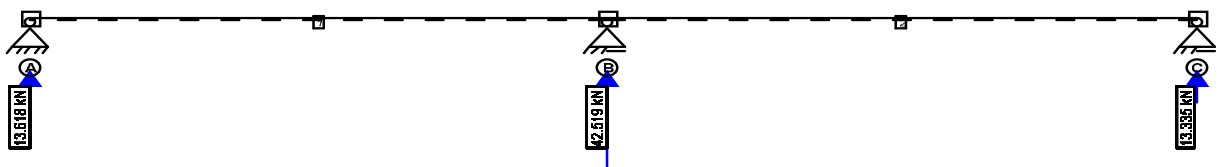
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{eff} (B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN	d_0 [mm]	Abbrandrate [mm/min]
------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------------	-------------	-------------	---------------	-------------------------

1	130.46	1680.49	1810.95	12707.78	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65
2	130.46	1680.49	1810.95	12707.78	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65

Durchlaufträger

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 5	C24 NSI	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 1	C24 NSI	längs	40.0	13.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. Träger

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.46 < 1,0$	✓	g + p	Knoten B
Schubspannung	$0.20 < 1,0$	✓	-	Stab 1
elastische Durchbiegung (w_{el})	$0.37 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Enddurchbiegung (w_{fin})	$0.34 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Optik ($w_{\text{net,fin}}$)	$0.39 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.20 < 1,0$	✓	g + p	Knoten B
Schubspannung	$0.09 < 1,0$	✓	-	Stab 1

4.1.2. Auflager A

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.04 < 1,0$	✓	g + p	

4.1.3. Auflager B

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.07 < 1,0$	✓	g + p	

4.1.4. Auflager C

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.04 < 1,0$	✓	g + p	

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p		g	p
$A_{F_{x,k}}$	0.00	0.00						
$A_{F_{z_{\text{max},k}}}$	5.28	4.13	$B_{F_{z_{\text{max},k}}}$	18.36	11.82	$C_{F_{z_{\text{max},k}}}$	4.96	4.21
$A_{F_{z_{\text{min},k}}}$	5.28	-0.60	$B_{F_{z_{\text{min},k}}}$	18.36	0.00	$C_{F_{z_{\text{min},k}}}$	4.96	-0.56

4.3. charakteristische Auflagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	g	p		g	p		g	p
$A_{F_x,k}$	0.00	0.00						
$A_{F_z,max,k}$	5.28	4.13	$B_{F_z,max,k}$	18.36	11.82	$C_{F_z,max,k}$	4.96	4.21
$A_{F_z,min,k}$	5.28	-0.60	$B_{F_z,min,k}$	18.36	0.00	$C_{F_z,min,k}$	4.96	-0.56

4.4. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel		ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{F_z,d}$	7.42	13.62	$B_{F_z,d}$	24.79	42.52	$C_{F_z,d}$	7.02	13.33

4.5. größte Bemessungsaullagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	ständig	mittel		ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{F_z,d}$	7.42	13.62	$B_{F_z,d}$	24.79	42.52	$C_{F_z,d}$	7.02	13.33

4.6. abhebende Bemessungsaullagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaullagerkräfte hervor!

4.7. Nachweise im Detail

4.7.1. Träger: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Das Moment über dem Mittelaullager B wurde gemäß EC 2 ausgerundet, dabei wurde die Aullagerlänge 300mm zugrunde gelegt. Das Anschnittmoment beträgt -13.86kNm und ist geringer als das ausgerundete Moment -18.07kNm.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,46 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,red,d}$ kNm	i	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$M_{A,x,d}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	k_i	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	k_{mod}
-19.67	-18.07	5.000	12000.00	-2.86	192.00	20.00	-15.21	3456.00	60.00	1.000	6.74	14.77	0.800

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
-18.86	-1.13	-17.70

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.90$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,2 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
192.00	3456.00	0.00	-0.15	28800.00	1000.0	1.20	0.74

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + p₁

w/zul. w

$\eta = 0,37 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
5.75	15.67

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 1.18 p₁

w/zul. w

$\eta = 0,34 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
8.03	23.50	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 0.48 p₁

w/zul. w

$\eta = 0,39 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
6.09	15.67	0.600

4.7.2. Träger: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,2 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

i	$E_{x,i}$ N/mm ²	$M_{A,x,d,fi}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d,fi}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	k_i	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²
1.000	12000.00	-1.69	130.46	20.00	-8.51	1680.49	41.08	5.60	0.00	1122000.00	1.000	27.60

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
-10.02	-0.69	-9.26

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.90$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,09 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
130.46	1680.49	0.00	-0.11	19719.14	1000.0	1.20	1.20

4.7.3. Auflager A: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g_1 + g_2 + 1.50 p_1

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,04 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N_d kN	A_{ef} cm ²	$k_{c,90}$	$f_{c,90,d}$ N/mm ²	k_{mod}
13.62	2100.00	1.000	1.66	0.800

4.7.4. Auflager B: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,07 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
42.52	3600.00	1.000	1.66	0.800

4.7.5. Auflager C: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten C

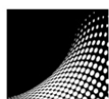
maßgebende LK: g_1 + 1.35 g_2 + 1.50 p_2

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,04 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
13.33	1800.00	1.000	1.66	0.800



Position: 1-D02 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Geometrische Randbedingungen:

Deckenstärke [h]:	20 cm
Stützweite [L]:	5,30 m

Lastannahmen:

Ausbaulasten Δg_k :	2,00 kN/m ²
Verkehrslast q_k :	2,00 kN/m ²

Auf der Dachdecke sollen auf Wunsch des Bauherrn Abseilübungen stattfinden können. In Abstimmung mit dem Bauherrn wurde eine Nutzungsbeschränkung der Dachdecke auf maximal 5 Personen vorgesehen. Die Nutzlast wurde deshalb auf 2,00 kN/m² reduziert.

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 – KLH 5s 200 DL (BSP)

Wenn das Fabrikat der Decke festgelegt ist, muss die Bemessung der Decke überprüft werden!
Für jedes Verbindungsmittel ist auf die Einhaltung der Mindestabstände zu achten.

Position: 1-D02 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Nachweise	Eingehalten
Stab	KLH 5s 200 DL 100.0 / 20.0
Neigung [°]	0.0
Einflussbreite [m]	1.000

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
DIN EN 1991-1-3/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Schneelasten	04.2019	-
DIN EN 1991-1-4/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Windlasten	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p
--------	-----------------

Brandbemessung

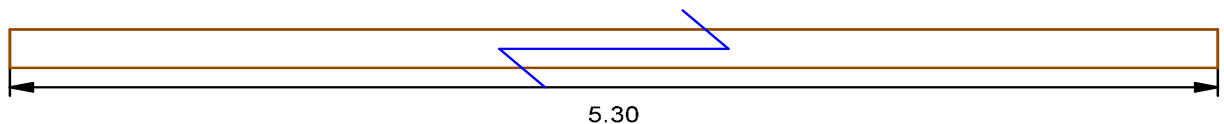
g	g + 0.30 p
---	------------

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

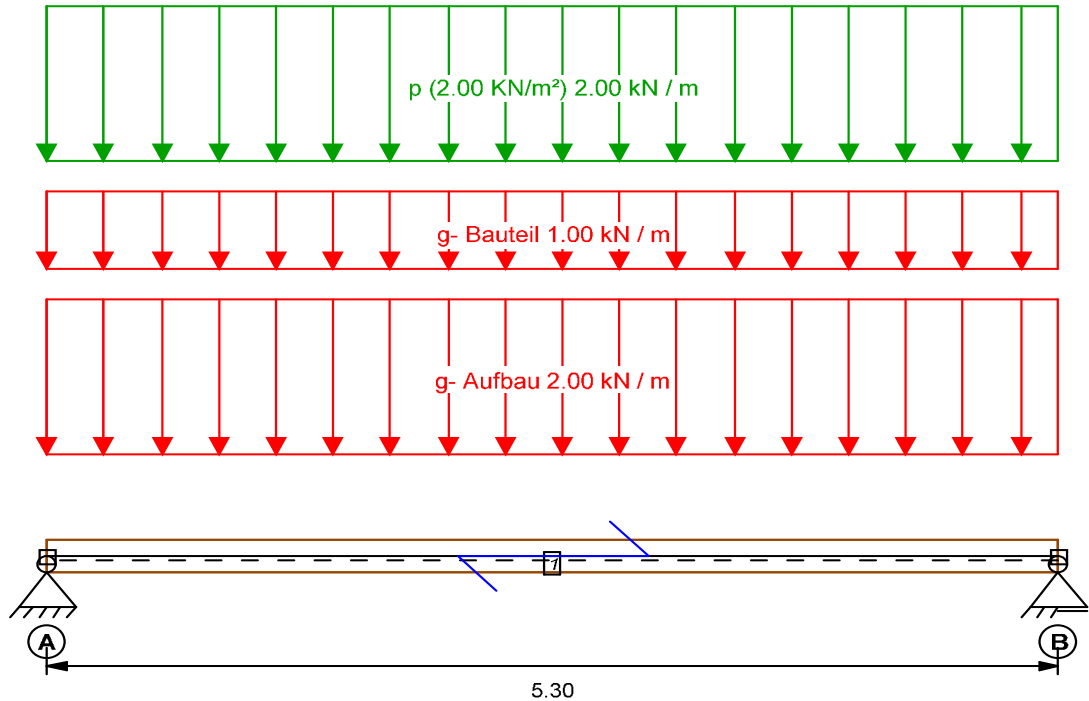
g	g + p
---	-------

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Neigung [°]	0.0
Feldl. Stab 1	5.300 m

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau Träger

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
5	tragend	längs	40.00	C24 NSI	
4	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	40.00	C24 KLH	
2	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
1	tragend	längs	40.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	Geb. Kat
g- Aufbau	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	2.00 [kN/m]	-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	1.00 [kN/m]	-
p (2.00 kN/m²)	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	2.00 [kN/m]	A

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
1	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Anmerkung
A	180.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	90.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	l/300; l/200; l/300	5.30	5.30	0.00	0.00

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	t _{geschützt} min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	unten	0.00	5.30	5.30	5.30

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsperrholz

Träger

B _{A,x} kNm ²	B _{B,x} kNm ²	EI _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN
192.00	6144.00	6336.00	14918.92	1440000.00

Schichtmaterialien

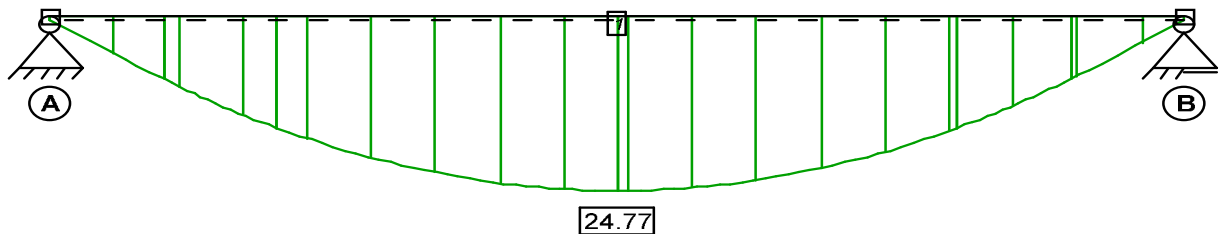
Identnummer	Material	f _{m,y,k} N/mm ²	f _{m,z,k} N/mm ²	f _{c,0,k} N/mm ²	f _{c,90,k} N/mm ²	f _{t,0,k} N/mm ²	f _{t,90,k} N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	f _{v,k} N/mm ²	E _{0,mean} N/mm ²	G _{mean} N/mm ²	E _{90,mean} N/mm ²	E _{0,5} N/mm ²	ρ _k kg/m ³	γ _M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

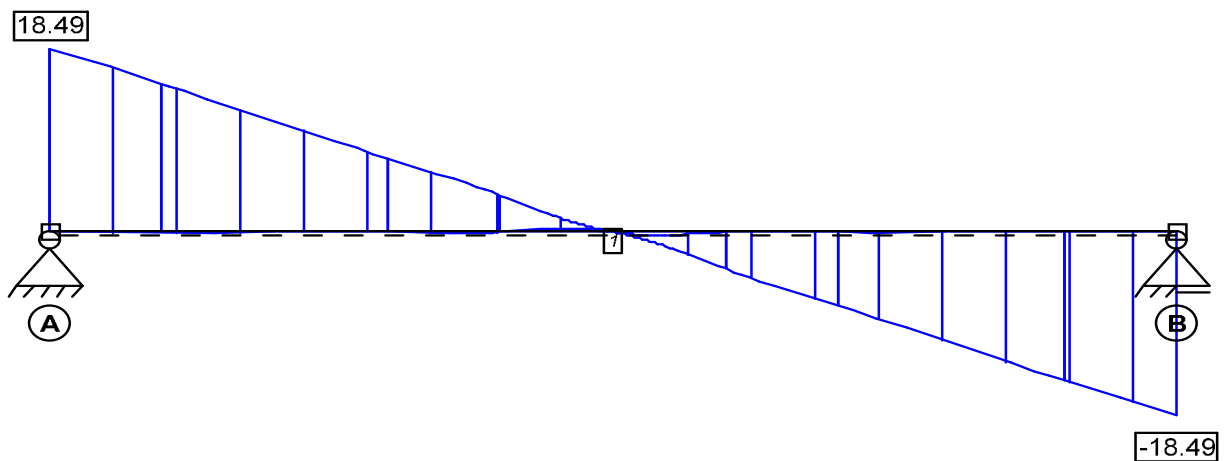
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



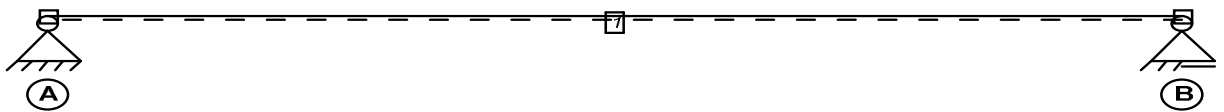
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



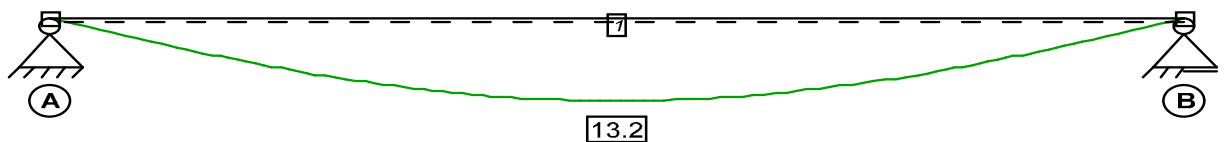
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



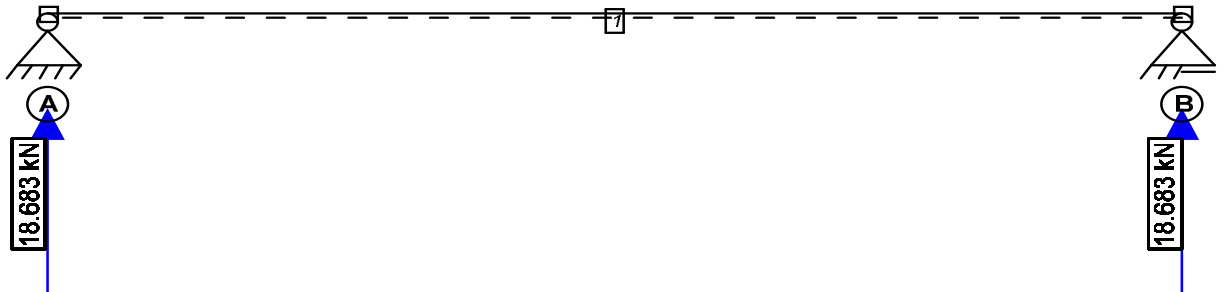
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN	d_0 [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65

Durchlaufträger

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 5	C24 NSI	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 1	C24 NSI	längs	40.0	13.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. Träger

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.32 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Schubspannung	$0.13 < 1,0$	✓	-	Knoten B
elastische Durchbiegung (w_{inst})	$0.52 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Enddurchbiegung (w_{fin})	$0.50 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Optik ($w_{net,fin}$)	$0.60 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.17 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Schubspannung	$0.06 < 1,0$	✓	-	Knoten B

4.1.2. Auflager A

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
--------------	------------	--	----	--------

Kontaktpressung	0.05 < 1,0	✓	g + p	
-----------------	------------	---	-------	--

4.1.3. Auflager B

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	0.09 < 1,0	✓	g + p	

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p
A _{Fx,k}	0.00	0.00			
A _{Fz,max,k}	7.95	5.30	B _{Fz,max,k}	7.95	5.30
A _{Fz,min,k}	7.95	0.00	B _{Fz,min,k}	7.95	0.00

4.3. charakteristische Auflagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	g	p		g	p
A _{Fx,k}	0.00	0.00			
A _{Fz,max,k}	7.95	5.30	B _{Fz,max,k}	7.95	5.30
A _{Fz,min,k}	7.95	0.00	B _{Fz,min,k}	7.95	0.00

4.4. größte Bemessungsaflagerkräfte kN

	ständig	mittel		ständig	mittel
A _{Fz,d}	10.73	18.68	B _{Fz,d}	10.73	18.68

4.5. größte Bemessungsaflagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	ständig	mittel		ständig	mittel
A _{Fz,d}	10.73	18.68	B _{Fz,d}	10.73	18.68

4.6. abhebende Bemessungsaflagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaflagerkräfte hervor!

4.7. Nachweise im Detail

4.7.1. Träger: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,32 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

M _{y,d} kNm	i	E _{0,mean} N/mm ²	M _{A,x,d} kNm	B _{A,x} kNm ²	z _i mm	M _{B,x,d} kNm	B _{B,x} kNm ²	z _{s,i} mm	k _i	σ _{m,d} N/mm ²	f _{m,y,d} N/mm ²	k _{mod}
24.77	1.000	12000.00	0.84	192.00	20.00	23.93	6144.00	80.00	1.000	4.78	14.77	0.800

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{z,red,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{A,x,red}$ kN	$V_{B,x}$ kN	$V_{B,x,red}$ kN
-18.68	-16.98	-1.29	-1.17	-17.39	-15.81

Schubspannung

Aufgrund einer Linienlast innerhalb des Abstandes h vom Auflagerrand, wurde die Querkraft um 1.70kN reduziert.

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,13 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
192.00	6144.00	0.00	-0.10	38400.00	1000.0	1.20	0.74

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + p

w/zul. w

$\eta = 0,52 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
9.21	17.67

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 1.18 p

w/zul. w

$\eta = 0,5 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
13.19	26.50	0.600

Optik ($w_{\text{net,fin}}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 0.48 p

w/zul. w

$\eta = 0,6 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
10.61	17.67	0.600

4.7.2. Träger: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,17 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

i	$E_{x,i}$ N/mm ²	$M_{A,x,d,fi}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d,fi}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	k_i	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²
5.000	12000.00	0.54	130.46	6.75	12.10	3115.53	-91.34	4.59	0.00	1122000.00	1.000	27.60

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{z,red,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{A,x,red}$ kN	$V_{B,x}$ kN	$V_{B,x,red}$ kN
-9.54	-8.77	-0.71	-0.65	-8.83	-8.12

Schubspannung

Aufgrund einer Linienlast innerhalb des Abstandes h vom Auflager rand, wurde die Querkraft um 0.77kN reduziert.

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,06 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
130.46	3115.53	0.00	-0.07	26598.29	1000.0	1.20	1.20

4.7.3. Auflager A: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,05 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N_d kN	A_{ef} cm ²	$k_{c,90}$	$f_{c,90,d}$ N/mm ²	k_{mod}
18.68	2100.00	1.000	1.66	0.800

4.7.4. Auflager B: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,09 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N_d kN	A_{ef} cm ²	$k_{c,90}$	$f_{c,90,d}$ N/mm ²	k_{mod}
18.68	1200.00	1.000	1.66	0.800

Position: 1-D03 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Geometrische Randbedingungen:

Deckenstärke [h]:	20 cm
Stützweite [L]:	2,10 m

Lastannahmen:

Ausbaulasten Δg_k :	2,00 kN/m ²
Verkehrslast q_k :	2,00 kN/m ²

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 – KLH 5s 200 DL (BSP)

Wenn das Fabrikat der Decke festgelegt ist, muss die Bemessung der Decke überprüft werden!

Für jedes Verbindungsmittel ist auf die Einhaltung der Mindestabstände zu achten.

Anschluss Decke an Stahlbetonwand → siehe A-01

Position: 1-D03 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Nachweise	Eingehalten
Stab	KLH 5s 200 DL 100.0 / 20.0
Neigung [°]	0.0
Einflussbreite [m]	1.000

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
DIN EN 1991-1-3/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Schneelasten	04.2019	-
DIN EN 1991-1-4/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Windlasten	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p
--------	-----------------

Brandbemessung

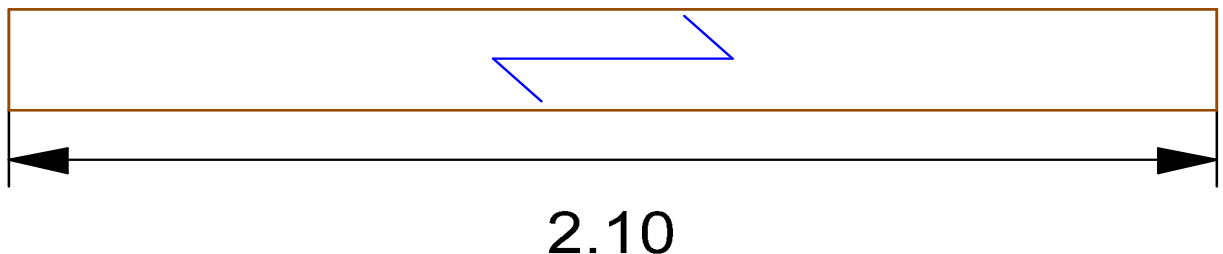
g	g + 0.30 p
---	------------

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

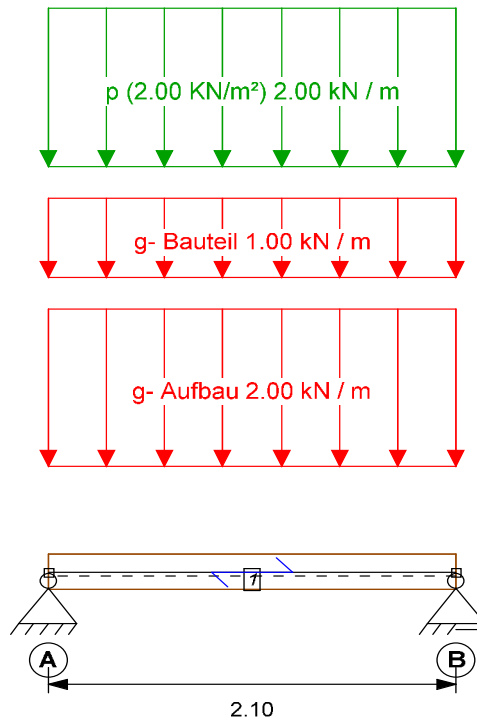
g	g + p
---	-------

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Neigung [°]	0.0
Feldl. Stab 1	2.100 m

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau Träger

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
5	tragend	längs	40.00	C24 NSI	
4	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	40.00	C24 KLH	
2	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
1	tragend	längs	40.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	Geb. Kat
g- Aufbau	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	2.00 [kN/m]	-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	1.00 [kN/m]	-
p (2.00 kN/m²)	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	2.00 [kN/m]	A

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
1	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Anmerkung
A	180.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	90.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	l/300; l/200; l/300	2.10	2.10	0.00	0.00

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	t _{geschützt} min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	unten	0.00	2.10	2.10	2.10

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsperholz

Träger

B _{A,x} kNm ²	B _{B,x} kNm ²	E _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN
192.00	6144.00	6336.00	14918.92	1440000.00

Schichtmaterialien

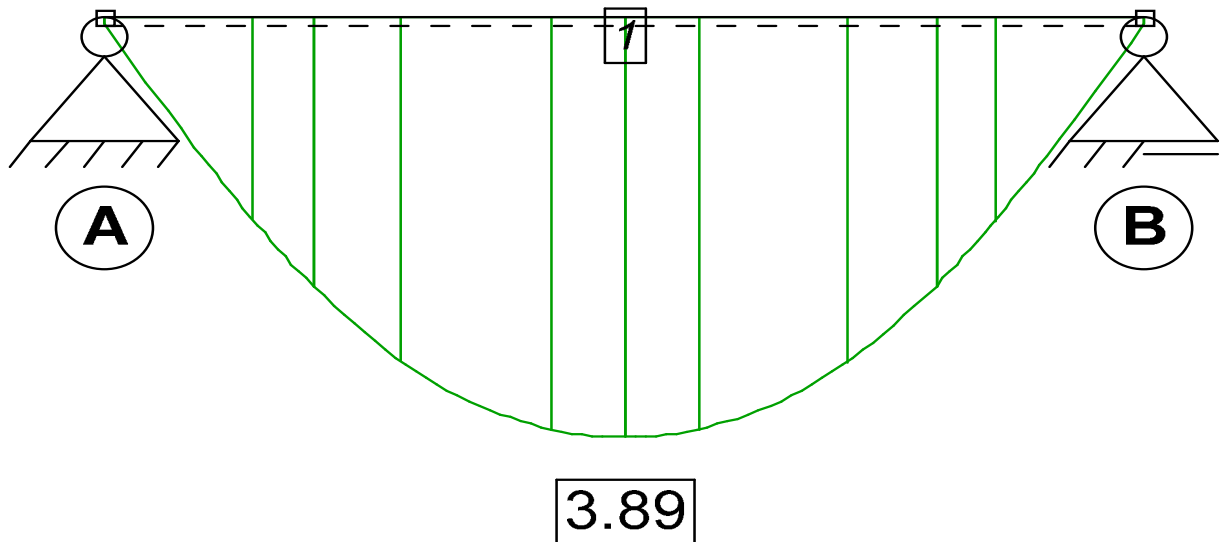
Identnummer	Material	f _{m,y,k} N/mm ²	f _{m,z,k} N/mm ²	f _{c,0,k} N/mm ²	f _{c,90,k} N/mm ²	f _{t,0,k} N/mm ²	f _{t,90,k} N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	f _{v,k} N/mm ²	E _{0,mean} N/mm ²	G _{mean} N/mm ²	E _{90,mean} N/mm ²	E _{0,5} N/mm ²	ρ _k kg/m ³	γ _m
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

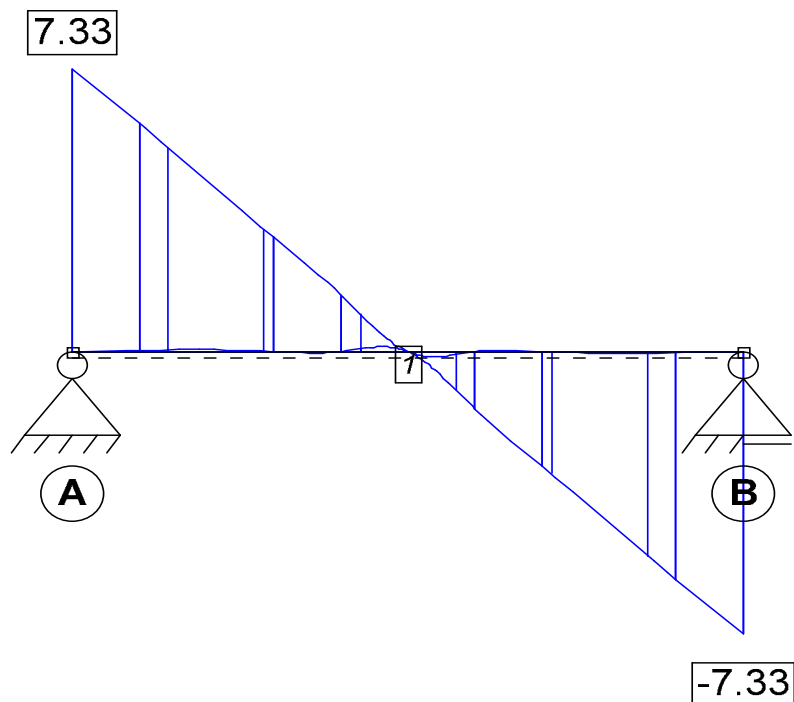
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



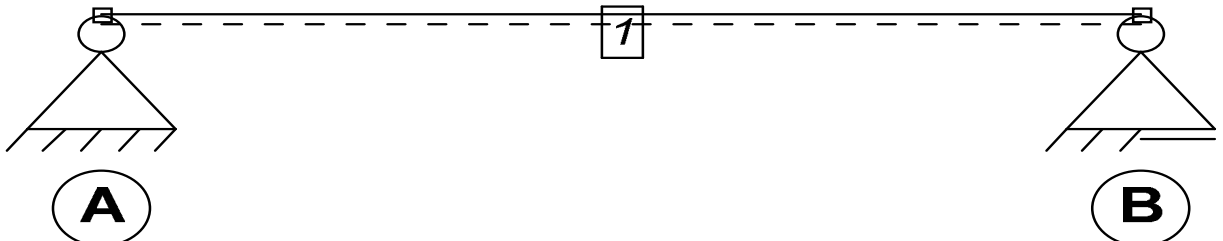
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



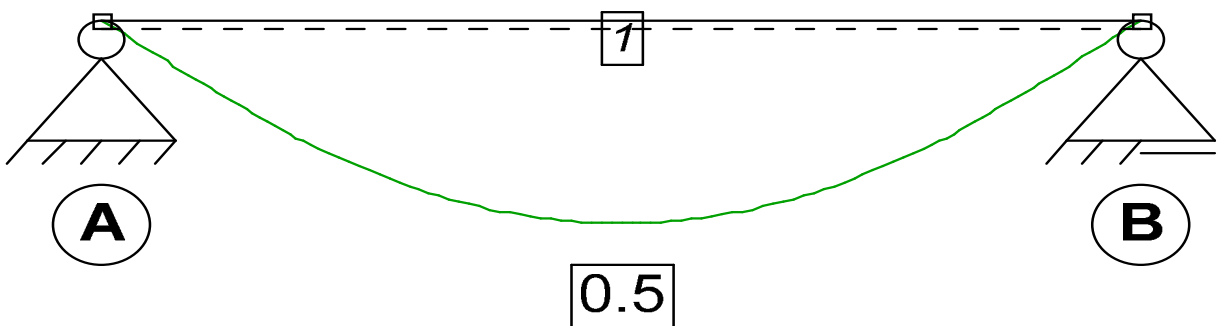
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



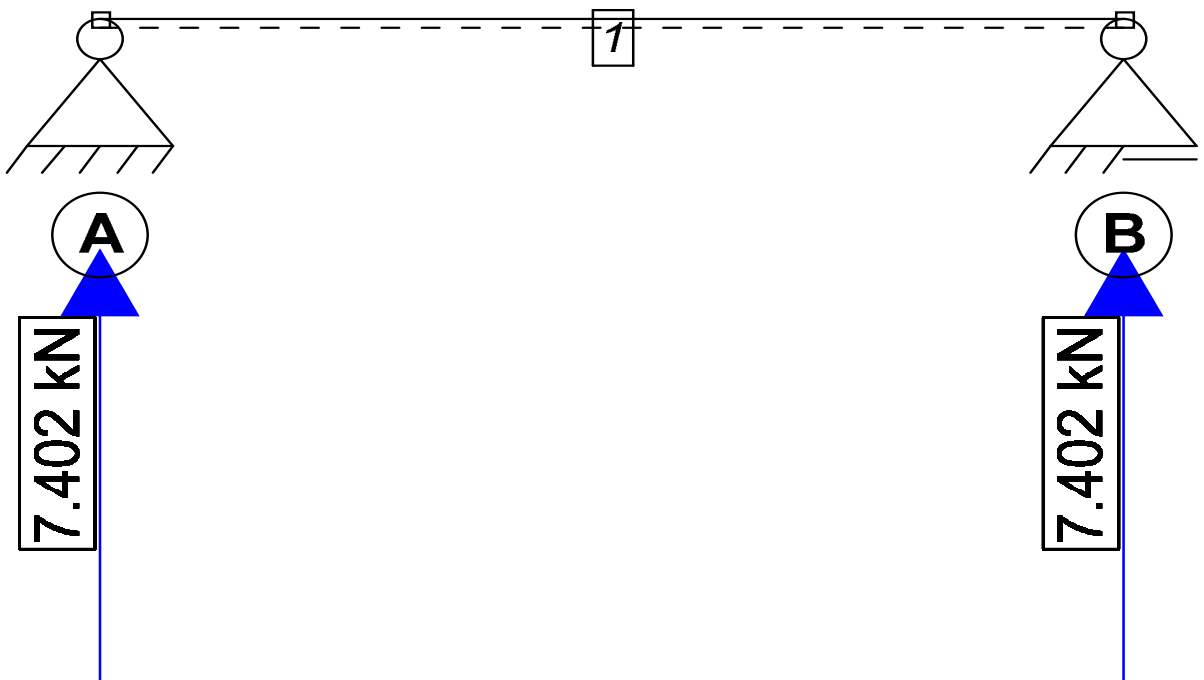
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN	d_o [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65

Durchlaufträger

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 5	C24 NSI	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 1	C24 NSI	längs	40.0	13.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. Träger

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.06 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Schubspannung	$0.05 < 1,0$	✓	-	Stab 1
elastische Durchbiegung (w_{inst})	$0.05 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Enddurchbiegung (w_{fin})	$0.05 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Optik ($w_{rel,fin}$)	$0.06 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.03 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Schubspannung	$0.02 < 1,0$	✓	-	Stab 1

4.1.2. Auflager A

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.02 < 1,0$	✓	g + p	

4.1.3. Auflager B

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.04 < 1,0$	✓	g + p	

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p
$A_{F_{x,k}}$	0.00	0.00			
$A_{F_{z,max,k}}$	3.15	2.10	$B_{F_{z,max,k}}$	3.15	2.10
$A_{F_{z,min,k}}$	3.15	0.00	$B_{F_{z,min,k}}$	3.15	0.00

4.3. charakteristische Auflagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	g	p		g	p
$A_{F_{x,k}}$	0.00	0.00			
$A_{F_{z,max,k}}$	3.15	2.10	$B_{F_{z,max,k}}$	3.15	2.10
$A_{F_{z,min,k}}$	3.15	0.00	$B_{F_{z,min,k}}$	3.15	0.00

4.4. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{F_{z,d}}$	4.25	7.40	$B_{F_{z,d}}$	4.25	7.40

4.5. größte Bemessungsaullagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{F_{z,d}}$	4.25	7.40	$B_{F_{z,d}}$	4.25	7.40

4.6. abhebende Bemessungsaullagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaullagerkräfte hervor!

4.7. Nachweise im Detail

4.7.1. Träger: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_{t,i} + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_t \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0.06 < 1.0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	i	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$M_{A,x,d}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	$z_{t,i}$ mm	$M_{B,x,d}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	k_t	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	k_{mod}
3.89	5.000	12000.00	0.20	192.00	20.00	3.69	6144.00	80.00	1.000	0.83	14.77	0.800

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{z,red,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{A,x,red}$ kN	$V_{B,x}$ kN	$V_{B,x,red}$ kN
-5.92	-5.68	-0.28	-0.27	-5.64	-5.40

Schubspannung

Aufgrund einer Linienlast innerhalb des Abstandes h vom Auflager rand, wurde die Querkraft um 0.25kN reduziert.

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.90$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,05 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
192.00	6144.00	0.00	-0.03	38400.00	1000.0	1.20	0.74

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + p

w/zul. w

$\eta = 0,05 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
0.37	7.00

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 1.18 p

w/zul. w

$\eta = 0,05 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.53	10.50	0.600

Optik ($w_{not,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 0.48 p

w/zul. w

$\eta = 0,06 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.43	7.00	0.600

4.7.2. Träger: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_{i,l} + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,03 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

i	$E_{x,i}$ N/mm ²	$M_{A,x,d,fi}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	$z_{i,l}$ mm	$M_{B,x,d,fi}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$N_{d,fi}$ kN	D_s kN	k_i	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²
5.000	12000.00	0.11	130.46	6.75	1.87	3115.53	-91.34	0.73	0.00	1122000.00	1.000	27.60

Querkkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{z,red,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{A,x,red}$ kN	$V_{B,x}$ kN	$V_{B,x,red}$ kN
-3.02	-2.99	-0.15	-0.15	-2.87	-2.84

Schubspannung

Aufgrund einer Linienlast innerhalb des Abstandes h vom Auflagerrand, wurde die Querkraft um 0.03kN reduziert.

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.90$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,02 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
130.46	3115.53	0.00	-0.02	26598.29	1000.0	1.20	1.20

4.7.3. Auflager A: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,02 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N_d kN	A_{ef} cm ²	$k_{c,90}$	$f_{c,90,d}$ N/mm ²	k_{mod}
-------------	-----------------------------	------------	-----------------------------------	-----------

7.40	2100.00	1.000	1.66	0.800
------	---------	-------	------	-------

4.7.4. Auflager B: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,04 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
7.40	1200.00	1.000	1.66	0.800

Position: 1-D04 - Decke über Aufzug h = 20 cm

Geometrische Randbedingungen:

Plattendicke [h]: 20 cm

Lastannahmen:

Ausbaulasten g_k : 2,00 kN/m²

Verkehrslast q_k : 10,00 kN/m²

Anforderungen an das Stahlbetonbauteil:

Expositionsklasse: oben XC3, WF / unten XC1, W0

gewählte Betondruckfestigkeit: C25/30 - Überwachungsklasse 1

gewählte Betondeckung: oben 35 mm / unten 25 mm

Rechenwert der Rissbreite w_k oben 0,3 mm / unten 0,4 mm

Gewählte Bewehrung:

Grundbewehrung unten: $\varnothing 8-15$ (= 3,35 cm²/m)

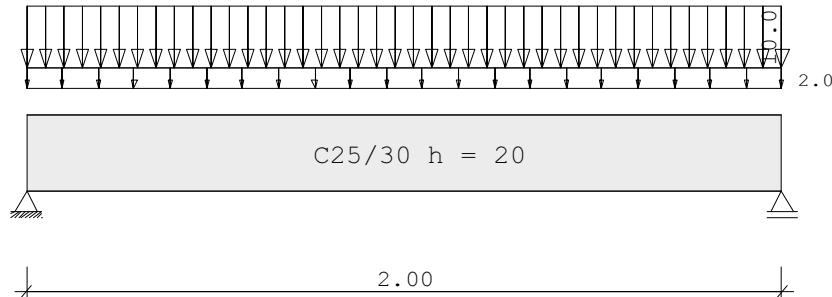
Grundbewehrung oben: $\varnothing 10-15$ (= 5,24 cm²/m)

Deckenränder: Stecker $\varnothing 8/15$ mit 2 $\varnothing 10$ längs

Position: 1-D04 - Decke über Aufzug h = 20 cm

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 20



Stahlbetonplatte C25/30 E = 31000 N/mm² DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge	Querschnittswerte			
Feld 1	L (m) 2.00	konstant	b (cm) 100.0	h (cm) 20.0	I (cm ⁴) 66666.7
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L	

Feld	Typ	EG	Gr	a	l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		2.00	10.00	1.00				

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 25.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0 =	Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	1.00	8.50	0.00	0.00	17.00	-17.00	2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	17.00	17.00	7.00	2
2	0.00	0.00	-17.00	0.00	17.00	7.00	2

Auflagerkräfte							(kN)
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min	
1	7.00	10.00	0.00	17.00	17.00	7.00	
2	7.00	10.00	0.00	17.00	17.00	7.00	
Summe:	14.00	20.00	0.00	34.00	34.00	14.00	

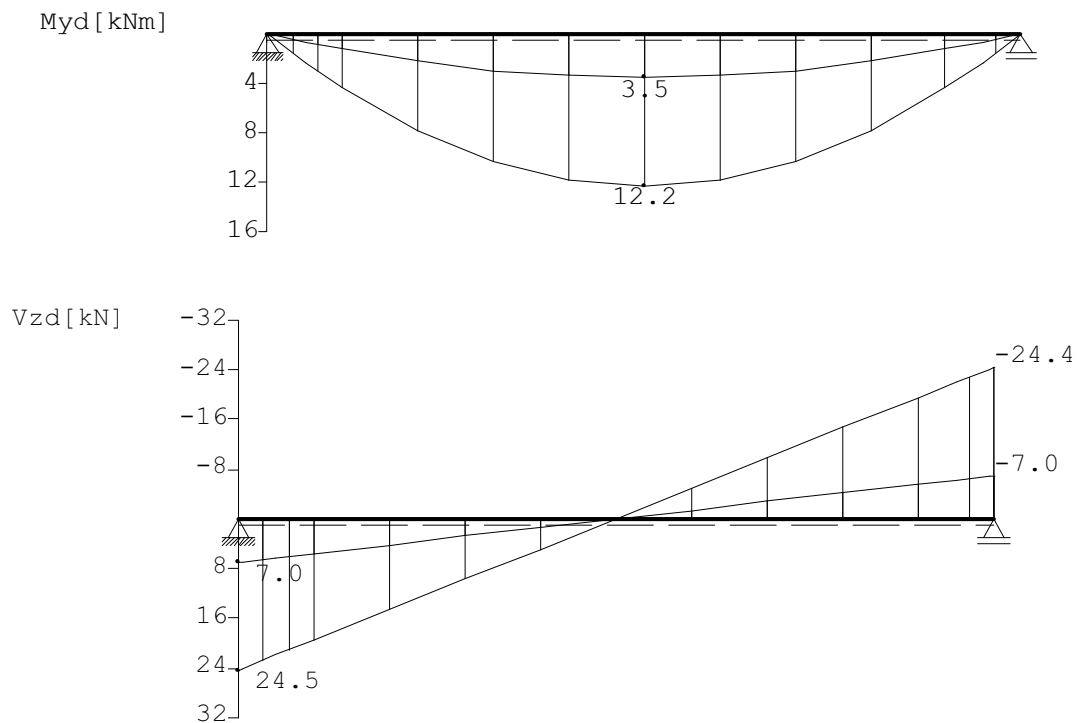
Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	7.0	7.0	7.0	7.0
A	10.0	0.0	10.0	0.0
Sum	17.0	7.0	17.0	7.0

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	1.00	12.23	0.00	0.00	24.45	-24.45	A 2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	24.45	24.45	7.00	A 2
2	0.00	0.00	-24.45	0.00	24.45	7.00	A 2

Maßstab 1 : 20



Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.136

C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: $o/u = 3.5 / 2.5$ cm $erfo/u = 2.0 / 2.0$ cm

Bewehrungslage: $do = 4.0$ cm $dB = 0$ $dS = 10$

$du = 3.0$ cm $dB = 0$ $dS = 10$

Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.

Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
 FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.136
 C25/30 B500A normalduktil

Kriechbeiwert: $\varphi = 2.90$ $\varepsilon_{cs} = 0.40$ ‰ $h_0 = 22.50$ cm

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) $f_{ctm} = 2.56$ N/mm²

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm ²)	min Mo (kNm)	erf As (cm ²)	
1	17.10	2.24	-17.10	2.37	100.0/20.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm ²)	Aso (cm ²)	komb
1	1.00	12.2		17.0	0.06	2.2	0.0 *	A 2

* Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Am ersten Auflager sind mindestens 2.2 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.2 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen
 Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten
 Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)				Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Nr.	Feld	Typ	Grp		α_1	α_1	α_2	α_2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A	1	2.00	10.00			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:

Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten

alle gleichzeitig alternierend mit $\gamma_G = 1.00 / 1.35$ beaufschlagt.

Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen

vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die

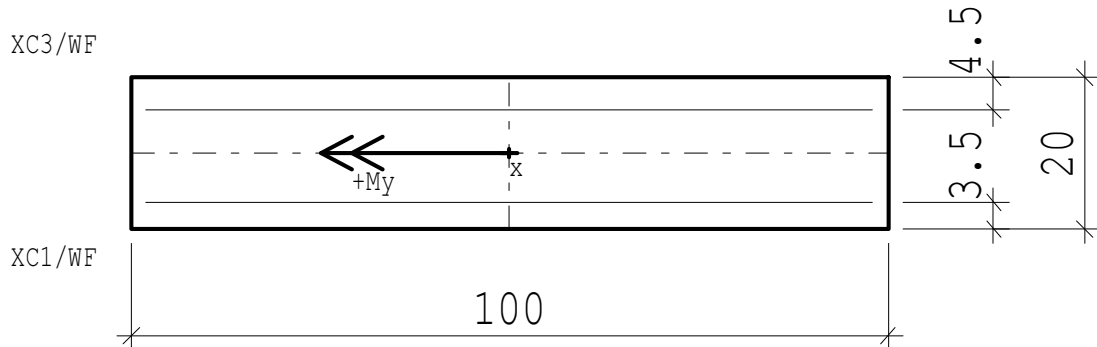
Leiteinwirkung ist.

Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Position: 1-D04 - Rissbreitennachweis

Rissbreitennachweis B11 02/21A (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 10



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Betonstahl	B500B	
Beton	C 25/30	
	t= 5d (normale Erh.)	
Betonzugfestigkeit	kFct(t)= 0.71 (Gl. 3.4)	fcteff= 1.82 N/mm2
E-Modul Beton	αE = 1.00 (Zuschlagstoffe)	
	kEc(t) = 0.90 (nach MC90)	Ecm= 27980 N/mm2

KRIECHZAHL

Betonalter	t = 5 Tage
junger Beton	φt = 0.60 (nach Lohmeyer)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	WF	WF
Bewehrungskorrosion	XC3	XC1
Mindestbetonklasse	C 20/25	C 16/20
Längsbewehrung	ds,l = 10 mm	ds,l = 8 mm
Vorhaltemaß	ΔCdev = 15 mm	ΔCdev = 10 mm
Längsbewehrung	Cmin,l = 20 mm	Cmin,l = 10 mm
Betondeckung	Cnom,l = 35 mm	Cnom,l = 20 mm
Verlegemaß Bügel	Cv,b = 35 mm	Cv,b = 20 mm
zul. Rissbreite	wmax = 0.30 mm	wmax = 0.40 mm

QUERSCHNITT

Rechteck	bw = 100.0 cm	h = 20.0 cm
Bewehrung	dob = 4.5 cm	dun = 3.5 cm

NACHWEIS RISSBREITE

Mindestbewehrung, zentrischer Zwang:

innerer Zwang, kurzzeitige Einwirkung βt= 0.6

Rissschnittkräfte:	vorgegebene Längskraft Ncr = 0.00 kN
	fcteff= 1.82 N/mm2

Teilquer-	ds	wmax	σs	heff	As751a	kc	k	As751b	As71
schnitt-	[mm]	[mm]	[N/mm2]	[cm]	[cm2]			[cm2]	[cm2]
Steg ob+un	10	0.30	256.2	10.0	14.23	1.00	0.80	5.83	9.30
maßgebend: As=		9.30 cm2, je Seite			As= 4.65 cm2				

Position: 0-D01 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Geometrische Randbedingungen:

Deckenstärke [h]:	20 cm
Stützweiten [L]:	Feld 1: 5,95 m
	Feld 2: 4,40 m

Lastannahmen:

Ausbaulasten Δg_k :	1,70 kN/m ²
Verkehrslast q_k :	1,50 kN/m ²

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 – KLH 5s 200 DL (BSP)

Wenn das Fabrikat der Decke festgelegt ist, muss die Bemessung der Decke überprüft werden!
Für jedes Verbindungsmittel ist auf die Einhaltung der Mindestabstände zu achten.

Position: 0-D01 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Nachweise	Eingehalten
Stab	KLH 5s 200 DL 100.0 / 20.0
Neigung [°]	0.0
Einflussbreite [m]	1.000

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
DIN EN 1991-1-3/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Schneelasten	04.2019	-
DIN EN 1991-1-4/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Windlasten	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-
Forschungsvorhaben	Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken	2010	-
Buch	Francois Colling: Holzbau	2014	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p	1.35 g + 1.50 p_1
1.35 g + 1.50 p_2		

Brandbemessung

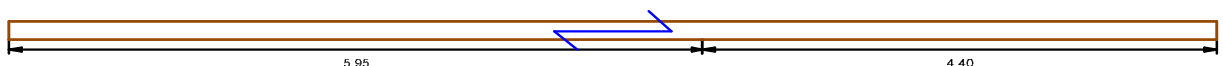
g	g + 0.30 p	g + 0.30 p_1
g + 0.30 p_2		

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

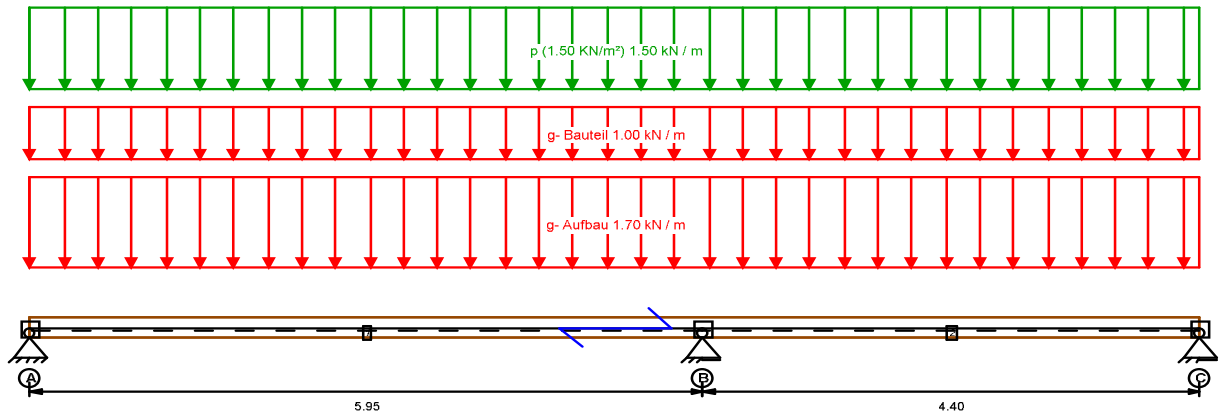
g	g + p	g + p_1
g + p_2		

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Neigung [°]	0.0
Feldl. Stab 1	5.950 m
Feldl. Stab 2	4.400 m

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau Träger

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
5	tragend	längs	40.00	C24 NSI	
4	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	40.00	C24 KLH	
2	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
1	tragend	längs	40.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	Geb. Kat
g- Aufbau	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	1.70 [kN/m]	-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	1.00 [kN/m]	-
p (1.50 kN/m²)	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	1.50 [kN/m]	A

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL	Stab	NKL
1	1 - Beheizt	2	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad	Anmerkung
A	180.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	300.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
C	150.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad
1/A, 2/C	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	$l/300$; $l/200$; $l/300$	5.95	5.95	0.00	0.00
2	$l/300$; $l/200$; $l/300$	4.40	4.40	0.00	0.00

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	$t_{\text{geschützt}}$ min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	unten	0.00	5.95	5.95	5.95
2	unten	0.00	4.40	4.40	4.40

2.11. Schwingungsnachweis

allgemeine Werte

w_{grenz} mm	f_{grenz} Hz	a_{grenz} m/s ²	Deckenklasse	Deckenbreite m
1.00	6.00	0.10	2-eine Nutzungseinheit	5.00

Schüttung

Schüttung: keine

Estrich

Art	Dicke mm	$E_{0,\text{mean}}$ N/mm ²
Nassestrich (Zement)	0.00	25000

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsper Holz

Träger

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{\text{eff}}(B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN
192.00	6144.00	6336.00	14918.92	1440000.00

Schichtmaterialien

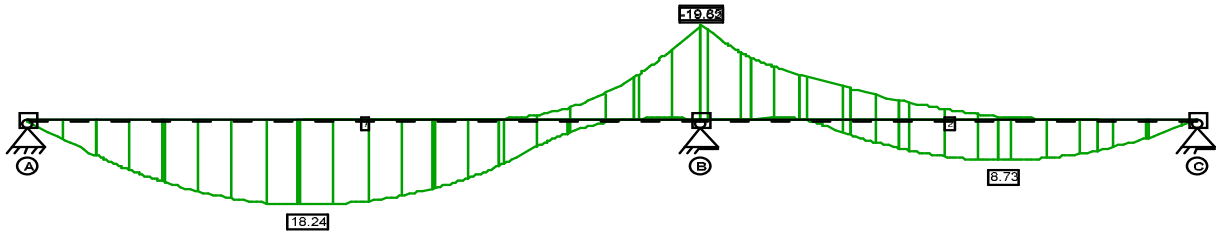
Identnummer	Material	$f_{m,y,k}$ N/mm ²	$f_{m,z,k}$ N/mm ²	$f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{c,90,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	$f_{v,k}$ N/mm ²	$E_{0,\text{mean}}$ N/mm ²	G_{mean} N/mm ²	$E_{90,\text{mean}}$ N/mm ²	$E_{0,5}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

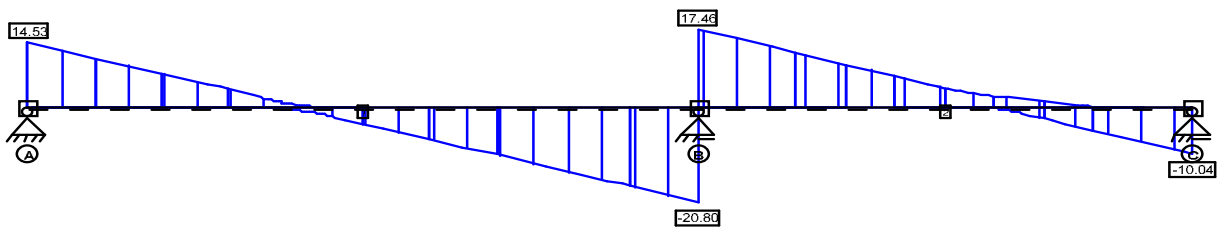
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



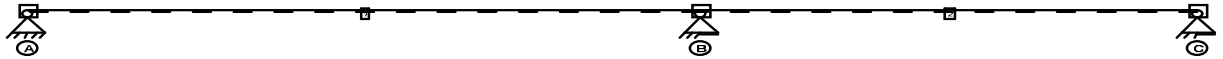
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



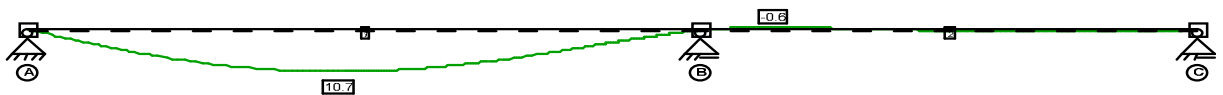
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



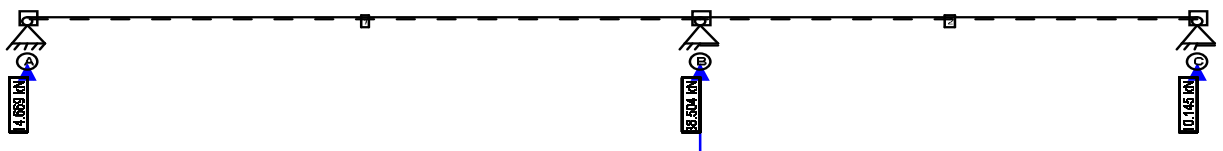
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN	d_0 [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65

2	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65
---	--------	---------	---------	----------	------------	------	----------------

Durchlaufträger

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 5	C24 NSI	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 1	C24 NSI	längs	40.0	13.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. Träger

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.38 < 1,0$	✓	g + p	Knoten B
Schubspannung	$0.14 < 1,0$	✓	-	Stab 1
elastische Durchbiegung (w_{inst})	$0.37 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Enddurchbiegung (w_{fin})	$0.36 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Optik ($w_{\text{net,fin}}$)	$0.43 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Schwingung	$0.61 < 1,0$	✓	-	Stab 1

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.17 < 1,0$	✓	g + p	Knoten B
Schubspannung	$0.06 < 1,0$	✓	-	Stab 1

4.1.2. Auflager A

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.04 < 1,0$	✓	g + p	

4.1.3. Auflager B

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.06 < 1,0$	✓	g + p	

4.1.4. Auflager C

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.03 < 1,0$	✓	g + p	

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p		g	p
$A_{F_{x,k}}$	0.00	0.00						
$A_{F_{z,max,k}}$	6.48	3.85	$B_{F_{z,max,k}}$	17.64	9.80	$C_{F_{z,max,k}}$	3.83	2.96
$A_{F_{z,min,k}}$	6.48	-0.25	$B_{F_{z,min,k}}$	17.64	0.00	$C_{F_{z,min,k}}$	3.83	-0.83

4.3. charakteristische Auflagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	g	p		g	p		g	p
$A_{F_{x,k}}$	0.00	0.00						
$A_{F_{z,max,k}}$	6.48	3.85	$B_{F_{z,max,k}}$	17.64	9.80	$C_{F_{z,max,k}}$	3.83	2.96
$A_{F_{z,min,k}}$	6.48	-0.25	$B_{F_{z,min,k}}$	17.64	0.00	$C_{F_{z,min,k}}$	3.83	-0.83

4.4. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel		ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{F_{z,d}}$	8.90	14.67	$B_{F_{z,d}}$	23.81	38.50	$C_{F_{z,d}}$	5.70	10.14

4.5. größte Bemessungsaullagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	ständig	mittel		ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{F_{z,d}}$	8.90	14.67	$B_{F_{z,d}}$	23.81	38.50	$C_{F_{z,d}}$	5.70	10.14

4.6. abhebende Bemessungsaullagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaullagerkräfte hervor!

4.7. Nachweise im Detail

4.7.1. Träger: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Das Moment über dem Mittelaullager B wurde gemäß EC 2 ausgerundet, dabei wurde die Aullagerlänge 300mm zugrunde gelegt. Das Anschnittmoment beträgt -15.22kNm und ist geringer als das ausgerundete Moment -18.78kNm.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,38 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,red,d}$ kNm	i	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$M_{A,x,d}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	k_i	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	k_{mod}
-20.23	-18.78	1.000	12000.00	-2.42	192.00	20.00	-16.36	6144.00	80.00	1.000	5.59	14.77	0.800

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
-17.46	-0.71	-16.77

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.90$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,14 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
192.00	6144.00	0.00	-0.10	38400.00	1000.0	1.20	0.74

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + p₁

w/zul. w

$\eta = 0,37 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
7.43	19.83

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 1.18 p₁

w/zul. w

$\eta = 0,36 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
10.64	29.75	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 0.48 p₁

w/zul. w

$\eta = 0,43 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
8.54	19.83	0.600

Schwingungsnachweis: Eigenfrequenz

$$f_1 = k_f \cdot \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_l}{m}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{l}{B}\right)^4 \cdot \frac{EI_b}{EI_l}} \geq f_{\min}$$

Rechenwerte:

k_f	EI_l kNm ²	EI_b kNm ²	m kg	B m	f_1 Hz	f_{grenz} Hz
1.180	6336.00	1664.00	270.00	5.000	9.91	6.00

Die Eigenfrequenz ist größer als die Grenzfrequenz, der Nachweis der Schwingbeschleunigung ist daher nicht erforderlich.

Schwingungsnachweis: wirksame Breite

$$b_{ef} = \frac{l}{1,1} \sqrt[4]{\frac{EI_b}{EI_l}} \leq B$$

Rechenwerte:

EI_b kNm ²	EI_l kNm ²	B m	b_{ef} m
1664.00	6336.00	5.000	3.872

Schwingungsnachweis: Steifigkeit

Die effektive Steifigkeit wurde unter Berücksichtigung der oben berechneten effektiven Breite ermittelt.

$$w_{2kN} = \frac{2 \cdot l^3}{48 \cdot EI_{ef}} \leq w_{\max}$$

Rechenwerte:

w_{2kN} mm	EI_{ef} kNm ²	w_{grenz} mm
0.36	24534.32	1.00

Der Nachweis der Steifigkeit ist eingehalten.

Schwingung

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

Eigenfrequenz: eingehalten

Schwingbeschleunigung: nicht erforderlich

Steifigkeit: eingehalten

Der Schwingungsnachweis wurde nach Hamm/Richter/Colling geführt.

Stelle der Nachweisführung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

$\eta = 0,61 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

4.7.2. Träger: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_t \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,17 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

i	$E_{x,i}$ N/mm ²	$M_{A,x,d,fi}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d,fi}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	k_t	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²
1.000	12000.00	-1.39	130.46	20.00	-9.60	3115.53	55.41	4.60	0.00	1122000.00	1.000	27.60

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
-9.36	-0.42	-8.95

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.90$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,06 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
130.46	3115.53	0.00	-0.08	26598.29	1000.0	1.20	1.20

4.7.3. Auflager A: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g_1 + g_2 + 1.50 p_1

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,04 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
14.67	2100.00	1.000	1.66	0.800

4.7.4. Auflager B: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,06 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
38.50	3600.00	1.000	1.66	0.800

4.7.5. Auflager C: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten C

maßgebende LK: g_1 + 1.35 g_2 + 1.50 p_2

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,03 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
10.14	1800.00	1.000	1.66	0.800

Position: 0-D02 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Geometrische Randbedingungen:

Deckenstärke [h]:	20 cm
Stützweite [L]:	5,95 m

Lastannahmen:

Ausbaulasten Δg_k :	1,70 kN/m ²
Verkehrslast q_k :	1,50 kN/m ²

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 – KLH 5s 200 DL (BSP)

Wenn das Fabrikat der Decke festgelegt ist, muss die Bemessung der Decke überprüft werden!
Für jedes Verbindungsmittel ist auf die Einhaltung der Mindestabstände zu achten.

Position: 0-D02 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Nachweise	Eingehalten
Stab	KLH 5s 200 DL 100.0 / 20.0
Neigung [°]	0.0
Einflussbreite [m]	1.000

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
DIN EN 1991-1-3/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Schneelasten	04.2019	-
DIN EN 1991-1-4/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Windlasten	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-
Forschungsvorhaben	Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken	2010	-
Buch	Francois Colling: Holzbau	2014	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p	
--------	-----------------	--

Brandbemessung

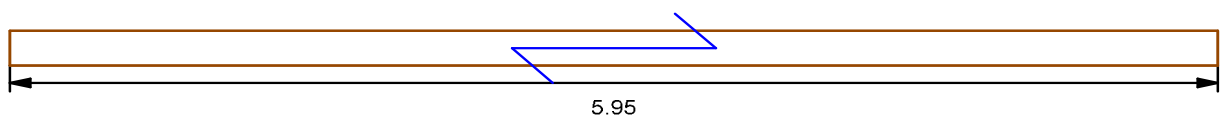
g	g + 0.30 p	
---	------------	--

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

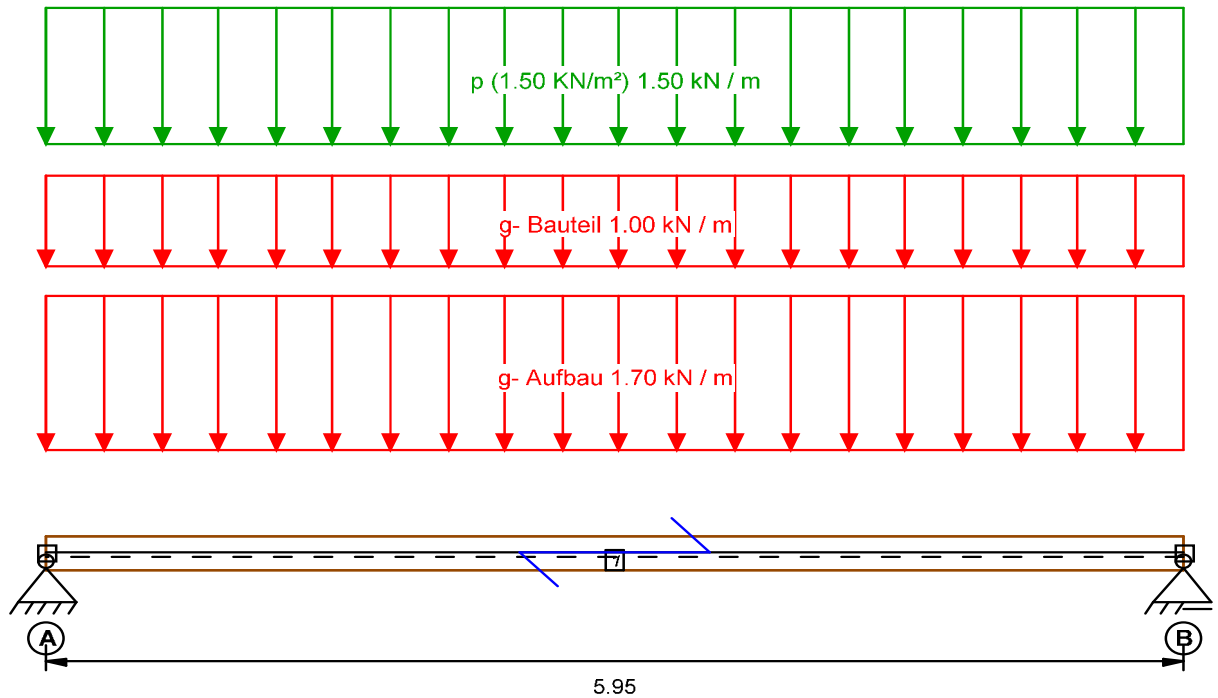
g	g + p	
---	-------	--

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Neigung [°]	0.0
Feldl. Stab 1	5.950 m

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau Träger

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
5	tragend	längs	40.00	C24 NSI	
4	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	40.00	C24 KLH	
2	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
1	tragend	längs	40.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	Geb. Kat
g- Aufbau	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	1.70 [kN/m]	-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	1.00 [kN/m]	-
p (1.50 kN/m²)	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	1.50 [kN/m]	A

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
1	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Anmerkung
A	150.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	180.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	l/300; l/200; l/300	5.95	5.95	0.00	0.00

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	t _{geschützt} min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	unten	0.00	5.95	5.95	5.95

2.11. Schwingungsnachweis

allgemeine Werte

w _{grenz} mm	f _{grenz} Hz	a _{grenz} m/s ²	Deckenklasse	Deckenbreite m
1.00	6.00	0.10	2-eine Nutzungseinheit	5.00

Schüttung

Schüttung: keine

Estrich

Art	Dicke mm	E _{0,mean} N/mm ²
Nassestrich (Zement)	0.00	25000

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsperholz

Träger

B _{A,x} kNm ²	B _{B,x} kNm ²	EI _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN
192.00	6144.00	6336.00	14918.92	1440000.00

Schichtmaterialien

Identnummer	Material	f _{m,y,k} N/mm ²	f _{m,z,k} N/mm ²	f _{c,0,k} N/mm ²	f _{c,90,k} N/mm ²	f _{t,0,k} N/mm ²	f _{t,90,k} N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

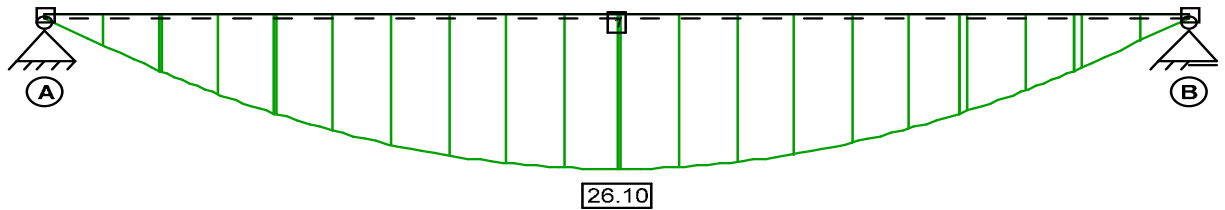
Identnummer	f _{v,k} N/mm ²	E _{0,mean} N/mm ²	G _{mean} N/mm ²	E _{90,mean} N/mm ²	E _{0,5} N/mm ²	ρ _k kg/m ³	γ _M
-------------	---------------------------------------	--	--	---	---------------------------------------	-------------------------------------	----------------

C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

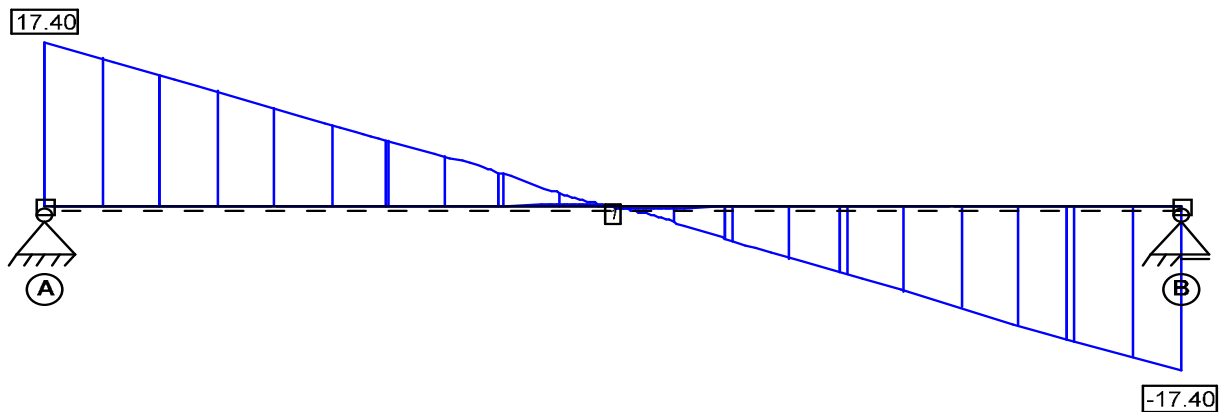
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



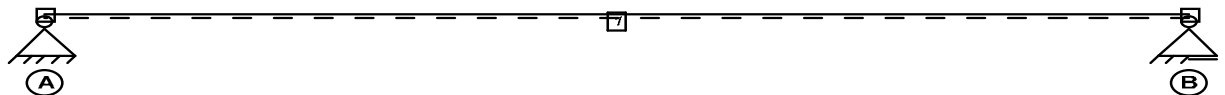
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



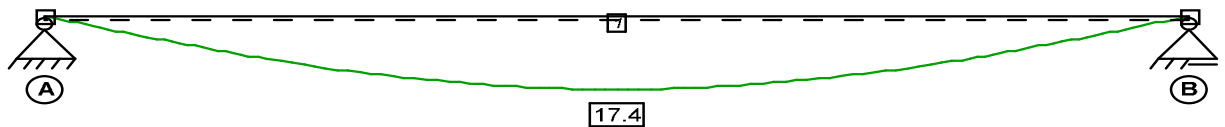
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



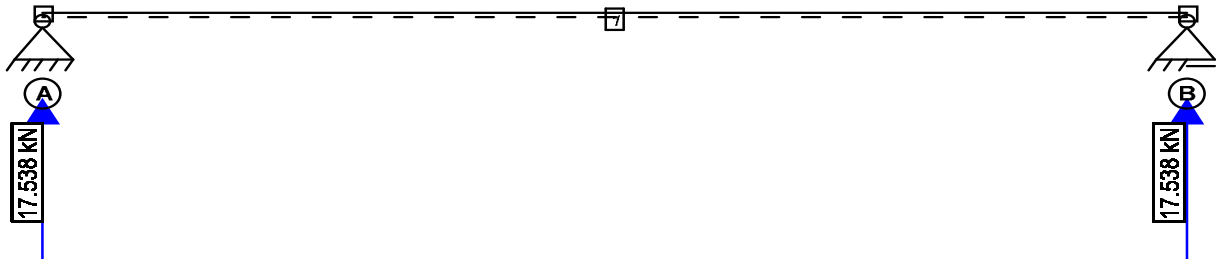
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN	d_o [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65

Durchlaufträger

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 5	C24 NSI	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 1	C24 NSI	längs	40.0	13.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. Träger

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.34 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Schubspannung	$0.13 < 1,0$	✓	-	Knoten A
elastische Durchbiegung (w_{inst})	$0.60 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Enddurchbiegung (w_{fin})	$0.58 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Optik ($w_{rel,fin}$)	$0.73 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Schwingung	$0.71 < 1,0$	✓	-	Stab 1

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.18 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Schubspannung	$0.06 < 1,0$	✓	-	Knoten A

4.1.2. Auflager A

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.06 < 1,0$	✓	g + p	

4.1.3. Auflager B

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	0.05 < 1,0	✓	g + p	

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p
$A_{F_{x,k}}$	0.00	0.00			
$A_{F_{z,max,k}}$	8.03	4.46	$B_{F_{z,max,k}}$	8.03	4.46
$A_{F_{z,min,k}}$	8.03	0.00	$B_{F_{z,min,k}}$	8.03	0.00

4.3. charakteristische Auflagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	g	p		g	p
$A_{F_{x,k}}$	0.00	0.00			
$A_{F_{z,max,k}}$	8.03	4.46	$B_{F_{z,max,k}}$	8.03	4.46
$A_{F_{z,min,k}}$	8.03	0.00	$B_{F_{z,min,k}}$	8.03	0.00

4.4. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{F_{z,d}}$	10.84	17.54	$B_{F_{z,d}}$	10.84	17.54

4.5. größte Bemessungsaullagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{F_{z,d}}$	10.84	17.54	$B_{F_{z,d}}$	10.84	17.54

4.6. abhebende Bemessungsaullagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaullagerkräfte hervor!

4.7. Nachweise im Detail

4.7.1. Träger: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,34 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	i	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$M_{A,x,d}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	k_i	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	k_{mod}
26.10	5.000	12000.00	0.86	192.00	20.00	25.24	6144.00	80.00	1.000	5.02	14.77	0.800

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{z,red,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{A,x,red}$ kN	$V_{B,x}$ kN	$V_{B,x,red}$ kN
17.54	15.92	1.14	1.03	16.40	14.89

Schubspannung

Aufgrund einer Linienlast innerhalb des Abstandes h vom Auflager rand, wurde die Querkraft um 1.61kN reduziert.

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,13 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
192.00	6144.00	0.00	0.09	38400.00	1000.0	1.20	0.74

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + p

w/zul. w

$\eta = 0,6 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
11.99	19.83

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 1.18 p

w/zul. w

$\eta = 0,58 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
17.38	29.75	0.600

Optik ($w_{\text{net,fin}}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: $1.60 \text{ g} + 0.48 \text{ p}$

w/zul. w

$\eta = 0.73 < 1.0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k _{def}
14.38	19.83	0.600

Schwingungsnachweis: Eigenfrequenz

$$f_1 = k_f \cdot \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_l}{m}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{l}{B}\right)^4 \cdot \frac{EI_b}{EI_l}} \geq f_{\min}$$

Rechenwerte:

k _f	EI _l kNm ²	EI _b kNm ²	m kg	B m	f ₁ Hz	f _{grenz} Hz
1.000	6336.00	1664.00	270.00	5.000	8.40	6.00

Die Eigenfrequenz ist größer als die Grenzfrequenz, der Nachweis der Schwingbeschleunigung ist daher nicht erforderlich.

Schwingungsnachweis: wirksame Breite

$$b_{ef} = \frac{l}{1.1} \sqrt[4]{\frac{EI_b}{EI_l}} \leq B$$

Rechenwerte:

EI _b kNm ²	EI _l kNm ²	B m	b _{ef} m
1664.00	6336.00	5.000	3.872

Schwingungsnachweis: Steifigkeit

Die effektive Steifigkeit wurde unter Berücksichtigung der oben berechneten effektiven Breite ermittelt.

$$w_{2kN} = \frac{2 \cdot l^3}{48 \cdot EI_{ef}} \leq w_{\max}$$

Rechenwerte:

w _{2kN} mm	EI _{ef} kNm ²	w _{grenz} mm
0.36	24534.32	1.00

Der Nachweis der Steifigkeit ist eingehalten.

Schwingung

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

Eigenfrequenz: eingehalten

Schwingbeschleunigung: nicht erforderlich

Steifigkeit: eingehalten

Der Schwingungsnachweis wurde nach Hamm/Richter/Colling geführt.

Stelle der Nachweisführung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

$\eta = 0,71 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

4.7.2. Träger: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,18 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

i	$E_{x,i}$ N/mm ²	$M_{A,x,d,fi}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d,fi}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	k_i	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²
5.000	12000.00	0.59	130.46	6.75	13.35	3115.53	-91.34	5.06	0.00	1122000.00	1.000	27.60

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{z,red,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{A,x,red}$ kN	$V_{B,x}$ kN	$V_{B,x,red}$ kN
9.37	8.60	0.66	0.60	8.71	8.00

Schubspannung

Aufgrund einer Linienlast innerhalb des Abstandes h vom Auflager rand, wurde die Querkraft um 0.77kN reduziert.

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,06 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
130.46	3115.53	0.00	0.07	26598.29	1000.0	1.20	1.20

4.7.3. Auflager A: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,06 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
17.54	1800.00	1.000	1.66	0.800

4.7.4. Auflager B: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,05 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
17.54	2100.00	1.000	1.66	0.800

Position: 0-D03 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Geometrische Randbedingungen:

Deckenstärke [h]:	20 cm
Stützweite [L]:	5,25 m

Lastannahmen:

Ausbaulasten Δg_k :	2,20 kN/m ²
Verkehrslast q_k :	3,80 kN/m ²

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 – KLH 5s 200 DL (BSP)

Wenn das Fabrikat der Decke festgelegt ist, muss die Bemessung der Decke überprüft werden!

Für jedes Verbindungsmittel ist auf die Einhaltung der Mindestabstände zu achten.

Anschluss Decke an Stahlbetonwand → siehe A-01

Position: 0-D03 -N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Nachweise	Eingehalten
Stab	KLH 5s 200 DL 100.0 / 20.0
Neigung [°]	0.0
Einflussbreite [m]	1.000

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
DIN EN 1991-1-3/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Schneelasten	04.2019	-
DIN EN 1991-1-4/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Windlasten	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-
Forschungsvorhaben	Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken	2010	-
Buch	Francois Colling: Holzbau	2014	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p	
--------	-----------------	--

Brandbemessung

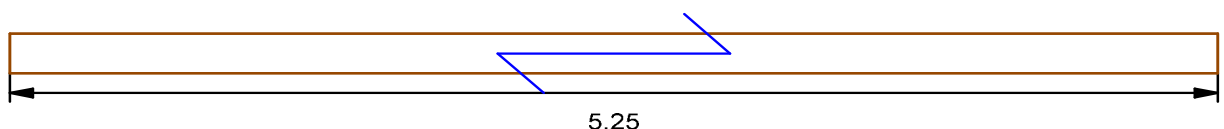
g	g + 0.30 p	
---	------------	--

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

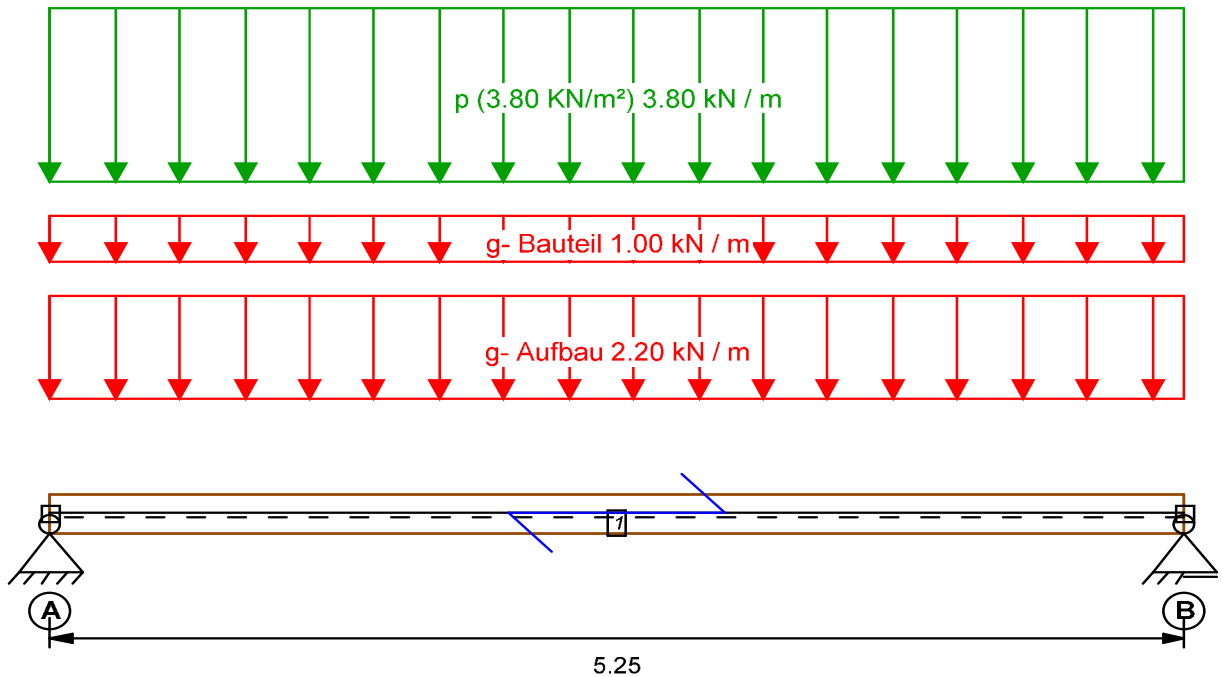
g	g + p	
---	-------	--

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Neigung [°]	0.0
Feldl. Stab 1	5.250 m

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau Träger

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
5	tragend	längs	40.00	C24 NSI	
4	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	40.00	C24 KLH	
2	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
1	tragend	längs	40.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	Geb. Kat
g- Aufbau	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	2.20 [kN/m]	-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	1.00 [kN/m]	-
p (3.80 kN/m²)	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	3.80 [kN/m]	B

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
1	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Anmerkung
A	90.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	90.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	l/300; l/200; l/300	5.25	5.25	0.00	0.00

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	t _{geschützt} min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	unten	0.00	5.25	5.25	5.25

2.11. Schwingungsnachweis

allgemeine Werte

w _{grenz} mm	f _{grenz} Hz	a _{grenz} m/s ²	Deckenklasse	Deckenbreite m
1.00	6.00	0.10	2-eine Nutzungseinheit	5.00

Schüttung

Schüttung: keine

Estrich

Art	Dicke mm	E _{0,mean} N/mm ²
Nassestrich (Zement)	0.00	25000

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsper Holz

Träger

B _{A,x} kNm ²	B _{B,x} kNm ²	EI _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN
192.00	6144.00	6336.00	14918.92	1440000.00

Schichtmaterialien

Identnummer	Material	f _{m,y,k} N/mm ²	f _{m,z,k} N/mm ²	f _{c,0,k} N/mm ²	f _{c,90,k} N/mm ²	f _{t,0,k} N/mm ²	f _{t,90,k} N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

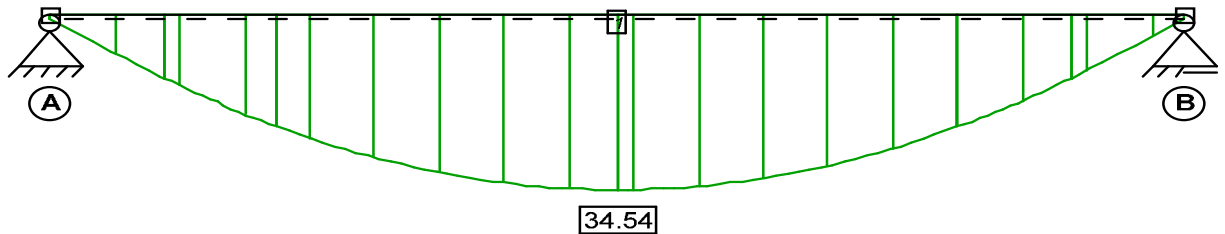
Identnummer	f _{v,k} N/mm ²	E _{0,mean} N/mm ²	G _{mean} N/mm ²	E _{90,mean} N/mm ²	E _{0,5} N/mm ²	ρ _k kg/m ³	γ _M
-------------	---------------------------------------	--	--	---	---------------------------------------	-------------------------------------	----------------

C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

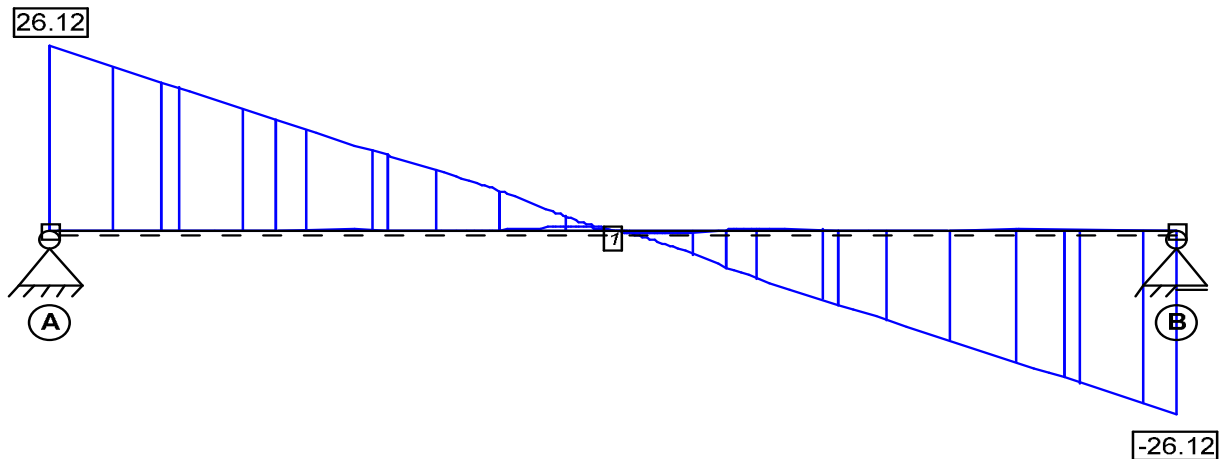
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



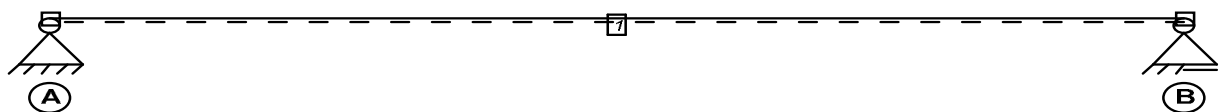
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



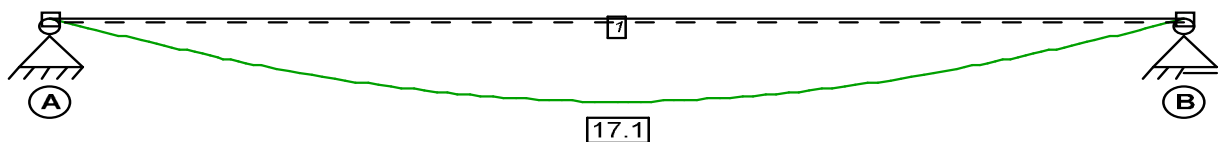
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



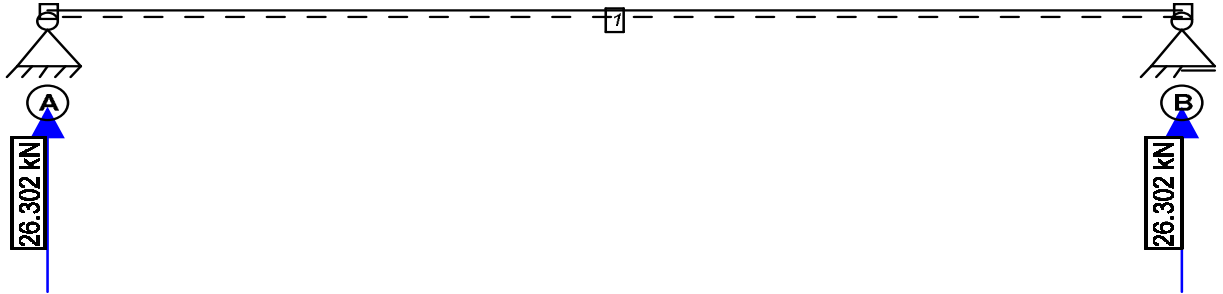
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{eff} (B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN	d_o [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65

Durchlaufträger

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 5	C24 NSI	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 1	C24 NSI	längs	40.0	13.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. Träger

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.45 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Schubspannung	$0.19 < 1,0$	✓	-	Knoten A
elastische Durchbiegung (w_{nst})	$0.71 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Enddurchbiegung (w_{fin})	$0.65 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Optik ($w_{net,fin}$)	$0.71 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Schwingung	$0.65 < 1,0$	✓	-	Stab 1

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.20 < 1,0$	✓	g + p	Stab 1
Schubspannung	$0.07 < 1,0$	✓	-	Knoten A

4.1.2. Auflager A

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
--------------	------------	--	----	--------

Kontaktpressung	0.13 < 1,0	✓	g + p	
-----------------	------------	---	-------	--

4.1.3. Auflager B

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	0.13 < 1,0	✓	g + p	

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p
$A_{F_{x,k}}$	0.00	0.00			
$A_{F_{z,max,k}}$	8.40	9.98	$B_{F_{z,max,k}}$	8.40	9.98
$A_{F_{z,min,k}}$	8.40	0.00	$B_{F_{z,min,k}}$	8.40	0.00

4.3. charakteristische Auflagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	g	p		g	p
$A_{F_{x,k}}$	0.00	0.00			
$A_{F_{z,max,k}}$	8.40	9.98	$B_{F_{z,max,k}}$	8.40	9.98
$A_{F_{z,min,k}}$	8.40	0.00	$B_{F_{z,min,k}}$	8.40	0.00

4.4. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{F_{z,d}}$	11.34	26.30	$B_{F_{z,d}}$	11.34	26.30

4.5. größte Bemessungsaullagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{F_{z,d}}$	11.34	26.30	$B_{F_{z,d}}$	11.34	26.30

4.6. abhebende Bemessungsaullagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaullagerkräfte hervor!

4.7. Nachweise im Detail

4.7.1. Träger: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_l \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,45 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	i	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$M_{A,x,d}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	k_l	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	k_{mod}
34.54	5.000	12000.00	1.17	192.00	20.00	33.37	6144.00	80.00	1.000	6.67	14.77	0.800

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{z,red,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{A,x,red}$ kN	$V_{B,x}$ kN	$V_{B,x,red}$ kN
26.30	23.90	1.83	1.66	24.48	22.24

Schubspannung

Aufgrund einer Linienlast innerhalb des Abstandes h vom Auflager rand, wurde die Querkraft um 2.40kN reduziert.

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,19 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
192.00	6144.00	0.00	0.14	38400.00	1000.0	1.20	0.74

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + p

w/zul. w

$\eta = 0,71 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
12.44	17.50

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 1.18 p

w/zul. w

$\eta = 0,65 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
17.07	26.25	0.600

Optik ($w_{\text{net,fin}}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: $1.60 \text{ g} + 0.48 \text{ p}$

w/zul. w

$\eta = 0,71 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k _{def}
12.34	17.50	0.600

Schwingungsnachweis: Eigenfrequenz

$$f_1 = k_f \cdot \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_l}{m}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{l}{B}\right)^4 \cdot \frac{EI_b}{EI_l}} \geq f_{\min}$$

Rechenwerte:

k _f	EI _l kNm ²	EI _b kNm ²	m kg	B m	f ₁ Hz	f _{grenz} Hz
1.000	6336.00	1664.00	320.00	5.000	9.21	6.00

Die Eigenfrequenz ist größer als die Grenzfrequenz, der Nachweis der Schwingbeschleunigung ist daher nicht erforderlich.

Schwingungsnachweis: wirksame Breite

$$b_{ef} = \frac{l}{1,1} \sqrt[4]{\frac{EI_b}{EI_l}} \leq B$$

Rechenwerte:

EI _b kNm ²	EI _l kNm ²	B m	b _{ef} m
1664.00	6336.00	5.000	3.417

Schwingungsnachweis: Steifigkeit

Die effektive Steifigkeit wurde unter Berücksichtigung der oben berechneten effektiven Breite ermittelt.

$$w_{2kN} = \frac{2 \cdot l^3}{48 \cdot EI_{ef}} \leq w_{\max}$$

Rechenwerte:

w _{2 kN} mm	EI _{ef} kNm ²	w _{grenz} mm
0.28	21647.93	1.00

Der Nachweis der Steifigkeit ist eingehalten.

Schwingung

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

Eigenfrequenz: eingehalten

Schwingbeschleunigung: nicht erforderlich

Steifigkeit: eingehalten

Der Schwingungsnachweis wurde nach Hamm/Richter/Colling geführt.

Stelle der Nachweisführung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

$\eta = 0,65 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

4.7.2. Träger: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,2 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

i	$E_{x,i}$ N/mm ²	$M_{A,x,d,fi}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d,fi}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	k_i	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²
5.000	12000.00	0.64	130.46	6.75	14.32	3115.53	-91.34	5.44	0.00	1122000.00	1.000	27.60

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{z,red,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{A,x,red}$ kN	$V_{B,x}$ kN	$V_{B,x,red}$ kN
11.39	10.46	0.85	0.78	10.55	9.68

Schubspannung

Aufgrund einer Linienlast innerhalb des Abstandes h vom Auflagerstand, wurde die Querkraft um 0.93kN reduziert.

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,07 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
130.46	3115.53	0.00	0.08	26598.29	1000.0	1.20	1.20

4.7.3. Auflager A: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,13 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
26.30	1200.00	1.000	1.66	0.800

4.7.4. Auflager B: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,13 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
26.30	1200.00	1.000	1.66	0.800

Position: A-01- Anschlussdetail Brettstapeldecke an Stb.-Wand

Geometrische Randbedingungen:

Wand: $d = 20 \text{ cm}$, C25/30

gleichschenkliger Stahlwinkel: 150×15 , S235

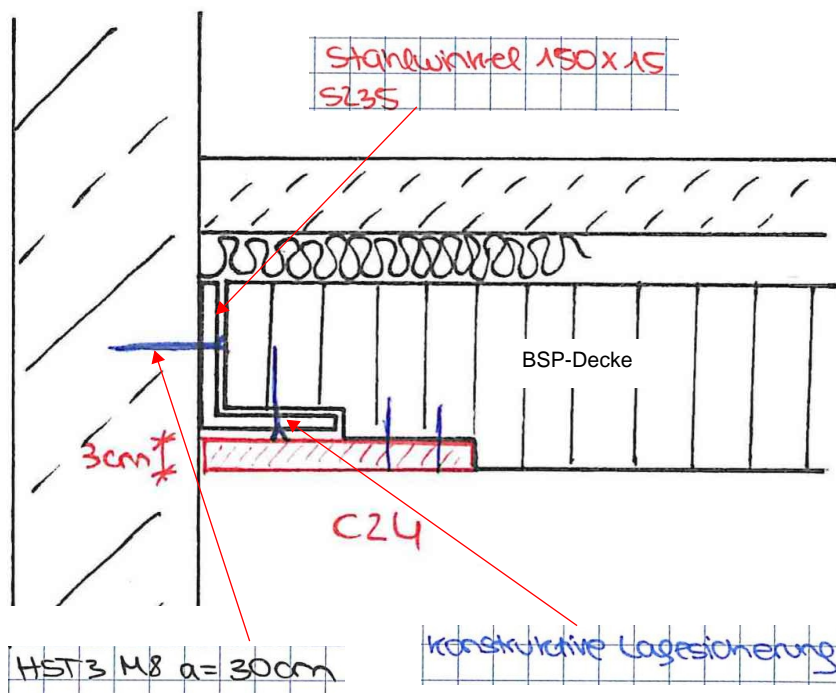
F30-Anstrich erforderlich!

Verbindungsmittel: Bolzenanker HST3 M8, $h_{ef} = 47 \text{ mm}$, $a = 30 \text{ cm}$
oder glw.

Lastannahmen (maßgebend Decke über EG):

Spannweite Decke $L = 2,10 \text{ m} \rightarrow$ Lasteinfluss: $1,05 \text{ m}$

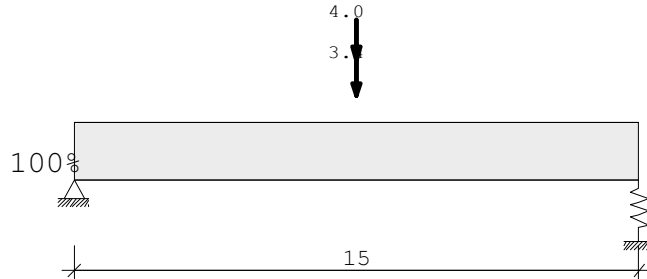
Last aus Decke: $g_k = 1,05 \text{ m} \times ((0,2 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3) + 2,2 \text{ kN/m}^2)$
 $= 1,05 \text{ m} \times 3,2 \text{ kN/m}^2 = 3,4 \text{ kN/m}$
 $q_k = 1,05 \text{ m} \times 3,8 \text{ kN/m}^2 = 4,0 \text{ kN/m}$



Position: A-01 - Bemessung Schenkel

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 2



Stahlträger S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
 E-Modul $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

System	Länge	Querschnittswerte				
Feld	L (m)		QNr.	I (cm ⁴)	Wo (cm ³)	Wu (cm ³)
1	0.150	konstant	1	2.8	3.8	3.8
FL100X15						

Stützeinspannung an den Endauflagern

links : 100.0 %
 rechts : 0.0 %

Elastische Lager

Stütze Nr. 2 1.0 kN/m

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Typ	EG	Gr	q l/r	q l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	2	A		3.400	4.000	1.000	0.075			

Eigengewicht des Trägers ist mit $\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mf	M li	M re	V li	V re komb
1	x0 = 0.150		0.00	-0.56	0.00	7.42	0.00 2

Stützmomente Maximum

(kNm , kN)

Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	-0.56	0.00	7.42	7.42	3.42	2
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1

Auflagerkräfte

(kN)

Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	3.42	4.00	0.00	7.42	7.42	3.42
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Summe:	3.42	4.00	0.00	7.42	7.42	3.42

Auflagerkräfte

(kN)

EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	3.4	3.4	0.0	0.0
A	4.0	0.0	0.0	0.0
Sum	7.4	3.4	0.0	0.0

Ergebnisse für γ-fache Lasten

Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum

(kNm , kN)

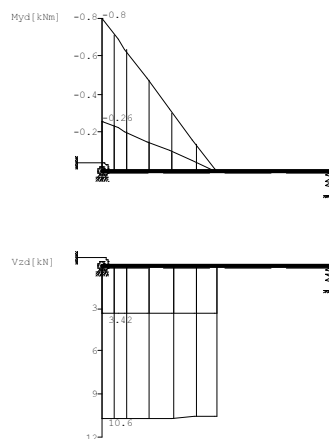
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	0.150	0.00	-0.80	0.00	10.61	0.00	A 2

Stützmomente Maximum

(kNm , kN)

Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	-0.80	0.00	10.61	10.61	3.42	A 2
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1

Maßstab 1 : 5



Querschnitte S235

$f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$

Art	Name	Npl	Mplvd	Vplzd	Mplzd	Vplvd
14	FL100X15	353	1	204	9	204

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.1)

$\gamma_{M0} = 1.00$

Feld Nr.	x (m)	QNr.	My,ed (kNm)	Vz,ed (kN)	σ_v (N/mm ²)	τ	QKL	η	komb
1	0.000	1	-0.8	10.6	212	0	1	0.90	A 2
	0.074	1	0.0	10.6	18	11	1	0.08	A 2
	0.076	1	0.0	0.0	0	0	1	0.00	1
	0.150	1	0.0	0.0	0	0	1	0.00	A 2
	0.150	1	0.0	0.0	0	0	1	0.00	A 2

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.2)

$\gamma_{M0} = 1.00$

Feld Nr.	x (m)	My,ed (kNm)	Vz,ed (kN)	QKL (-)	ρ (-)	M,Rd (kNm)	η	komb
1	0.000	-0.8	10.6	1	0.00	1.3	0.60	A 2
	0.074	0.0	10.6	1	0.00	1.3	0.05	A 2
	0.076	0.0	0.0	1	0.00	1.3	0.00	1
	0.150	0.0	0.0	1	0.00	1.3	0.00	A 2
	0.150	0.0	0.0	1	0.00	1.3	0.00	A 2

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.
 Nachweis Biegedrillknicken ist nicht erforderlich.

Zulässige Durchbiegungen : im Feld $z_{ul} f = L / 300$
 charakteristische Kombination

Feld Nr.	x (m)	fg (cm)	ftot (cm)	f (cm)	zulf (cm)	η	komb
1	0.150	0.02	0.04	0.044	0.050	0.88	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L							
		Nr.	Feld	Typ	Grp	a1	a1	a2	a2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	2	A	1	3.40	4.00			1.00	0.08		

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

Last	K1	K2
1	g	g
	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten alle gleichzeitig alternierend mit $\gamma_{M0} = 1.00 / 1.35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.



Hilti PROFIS Engineering 3.0.80

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. / Fax:
Befestigung: Anschluss A-01
Pos. Nr.:

Seite: 1
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 12.10.2022

Kommentare des Planers:

1 Eingabedaten

Dübeltyp und Größe: HST3 M8 hef2

Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren): 50

Artikelnummer: 2105889 HST3 M8x95 -/30

Verfüllset oder geeignete Verfüllmethode

Effektive Verankerungstiefe: $h_{ef, opti} = 47,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 90,0 \text{ mm}$), $h_{nom} = 54,0 \text{ mm}$

Werkstoff:

Zulassungs-Nr.: ETA 98/0001

Ausgestellt / Gültig: 04.05.2021 | -

Nachweis: Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch

Abstandsmontage: $e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 15,0 \text{ mm}$

Ankerplatte^R: $l_x \times l_y \times t = 150,0 \text{ mm} \times 900,0 \text{ mm} \times 15,0 \text{ mm}$; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)

Profil: kein Profil

Untergrund: gerissener Beton, C25/30, $f_{c, cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 200,0 \text{ mm}$, Benutzerdefinierter Teilsicherheitsbeiwert des Materials $\gamma_c = 1,500$

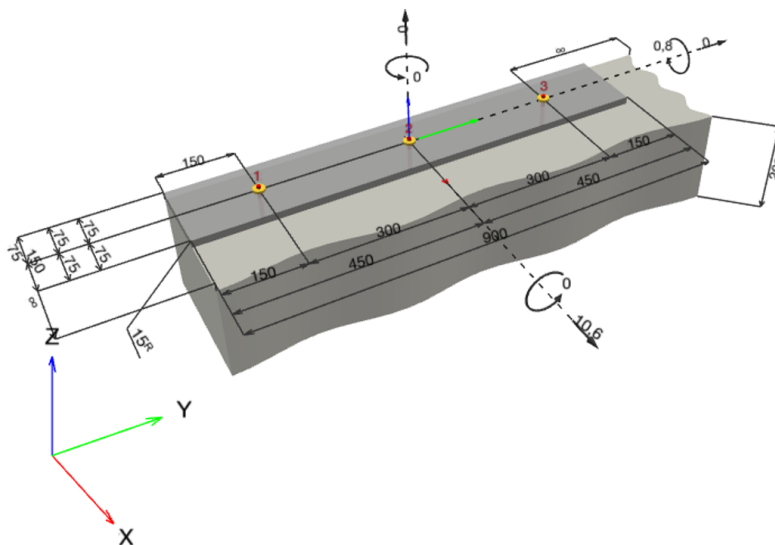
Installation: Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken

Bewehrung: Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder \emptyset) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$)
Keine Randlängsbewehrung



^R - Die Dübel Berechnung basiert auf der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte.

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]



Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.80

www.hilti.de

Firma:
 Adresse:
 Tel. | Fax:
 Befestigung: | Anschluss A-01
 Pos. Nr.:

Seite: 2
 Bearbeiter:
 E-Mail:
 Datum: 12.10.2022

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	$N = 0,000; V_x = 10,600; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,800; M_z = 0,000;$	nein	keine	62

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte

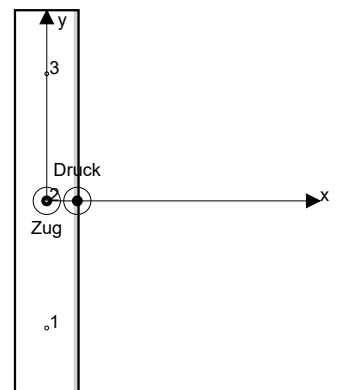
Resultierende Dübelkräfte [kN]

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	3,696	3,533	3,533	0,000
2	3,696	3,533	3,533	0,000
3	3,696	3,533	3,533	0,000

Maximale Betonstauchung: 0,10 [‰]
 Maximale Betondruckspannung: 2,89 [N/mm²]
 resultierende Zugkraft in (x/y)=(0,0/0,0): 11,087 [kN]
 resultierende Druckkraft in (x/y)=(72,2/0,0): 11,087 [kN]

Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.





Hilti PROFIS Engineering 3.0.80

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. / Fax:
Befestigung: Anschluss A-01
Pos. Nr.:

Seite: 3
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 12.10.2022

3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	3,696	14,071	27	OK
Herausziehen*	3,696	5,963	62	OK
Betonversagen**	3,696	8,270	45	OK
Spaltversagen**	3,696	12,673	30	OK

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

3.1 Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
19,700	1,400	14,071	3,696

3.2 Herausziehen

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{M,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
8,000	1,118	1,500	5,963	3,696



Hilti PROFIS Engineering 3.0.80

www.hilti.de

Firma:		Seite:	4
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. | Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Anschluss A-01	Datum:	12.10.2022
Pos. Nr.:			

3.3 Betonversagen

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.7)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,yt} [\text{N/mm}^2]$		
19.881	19.881	70,5	141,0	25,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
$z [\text{mm}]$	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$
72,2	1,000	7,700	12,405	1,500	8,270	3,696

Gruppe Dübel-ID

3



Hilti PROFIS Engineering 3.0.80

www.hilti.de

Firma:		Seite:	5
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. | Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Anschluss A-01	Datum:	12.10.2022
Pos. Nr.:			

3.4 Spaltversagen

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.1}$$

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,sp}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.23)}$$

$$N_{Rk,sp}^0 = N_{Rk,sp,ETA}^0$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5 \cdot c_1}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\} \leq 2,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.24)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,sp} [\text{mm}]$	$s_{cr,sp} [\text{mm}]$	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$	
19.881	19.881	70,5	141,0	1,584	25,00	
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	7,700
$N_{Rk,sp}^0 [\text{kN}]$	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$			
12,000	1,500	12,673	3,696			

Gruppe Dübel-ID

3



Hilti PROFIS Engineering 3.0.80

www.hilti.de

Firma:		Seite:	6
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Anschluss A-01	Datum:	12.10.2022
Pos. Nr.:			

4 Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.2)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_v [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	3,533	11,040	33	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	3,533	21,668	17	OK
Betonkantenbruch, Richtung y-*	3,533	14,572	25	OK

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (relevante Dübel)

4.1 Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
13,800	1,000	13,800	1,250	11,040	3,533

4.2 Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.39a)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
19.881	19.881	70,5	141,0	2,620	25,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7.700	12.405	1.500	21.668	3.533		

Gruppe Dübel-ID
3

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
 PROFIS Engineering (c) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.80

www.hilti.de

Firma:		Seite:	7
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. | Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Anschluss A-01	Datum:	12.10.2022
Pos. Nr.:			

4.3 Betonkantenbruch, Richtung y-

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1} \right)^{0.5} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0.2} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0.5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
47,0	8,00	1,700	0,056	0,056	25,00
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]			
150,0	60.000	101.250			
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
0,800	1,061	2,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	
21,734	1,0	1,500	14,572	3,533	

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
 PROFIS Engineering (c) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.80

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. / Fax:
Befestigung: Anschluss A-01
Pos. Nr.:

Seite: 8
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 12.10.2022

5 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.3)

Stahlversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,263	0,320	2,000	18	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Betonversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,620	0,242	1,500	61	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

6 Verschiebungen (höchstbelasteter Dübel)

Kurzzeitbelastung:

N_{Sk}	=	2,738 [kN]	δ_N	=	0,4563 [mm]
V_{Sk}	=	2,617 [kN]	δ_V	=	0,9276 [mm]
			δ_{NV}	=	1,0338 [mm]

Langzeitbelastung:

N_{Sk}	=	2,738 [kN]	δ_N	=	0,8365 [mm]
V_{Sk}	=	2,617 [kN]	δ_V	=	1,3915 [mm]
			δ_{NV}	=	1,6235 [mm]

Hinweis: Die Verschiebungen infolge Zugkraft gelten, wenn die Hälfte des Drehmomentes beim Verankern aufgebracht wurde - ungerissener Beton! Die Verschiebungen infolge Querkraft gelten, wenn zwischen Beton und Ankerplatte keine Reibung vorliegt! Der Verschiebungswert aus dem Lochspiel zwischen Ankerkörper und Bohrlochrand sowie zwischen Ankerkörper und Anbauteil ist in dieser Berechnung nicht berücksichtigt!

Die zulässigen Verschiebungen hängen von der zu befestigenden Konstruktion ab und sind vom Konstrukteur festzulegen!

7 Warnungen / Hinweise

- Lastumlagerungen aufgrund von elastische Formänderung der Ankerplatte werden nicht berücksichtigt. Die Ankerplatte muss ausreichend steif sein, so dass sie sich unter den einwirkenden Kräften nicht verformt! Eingabedaten und Ergebnisse müssen mit den tatsächlichen Randbedingungen abgeglichen werden und auf Plausibilität geprüft!
- Die Bemessung ist nur gültig, wenn das Loch zum Beseitigen des Spiels verfüllt ist, Spiel gemäß EN 1992-4, Tabelle 6.1
- Die Lasteinleitung in den Untergrund muss gewährleistet sein gemäß EN 1992-4, Anhang A.
- Die Bemessung ist nur gültig, solange der Durchmesser des Loches in der Ankerplatte kleiner ist als die Werte in Tabelle 6.1 der Norm EN 1992-4. Für größere Durchmesser der Durchgangslöcher siehe Abs. 6.2.2 der Norm EN 1992-4.
- Die Liste der Zubehörteile in diesem Bericht ist nur zur Information des Anwenders. Die Setzanweisungen, die mit dem Produkt mitgeliefert werden, sind stets zu beachten, um eine korrekte Installation zu gewährleisten.
- Zur Bestimmung des $\psi_{re,V}$ (Betonkantenbruch) wird die in den Bemessungseinstellungen definierte Mindestbetondeckung als Betondeckung der Randbewehrung verwendet.
- Die charakteristischen Verbundspannungswerte sind abhängig von der Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren): 50

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.80

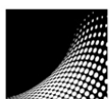
www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Anschluss A-01
Pos. Nr.:

Seite: 9
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 12.10.2022

Nachweis der Verankerung: OK!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



IBC
Ingenieurbau-Consult

55124 Mainz • Im Niedergarten 12
Tel. 0 61 31 / 949 11 0 • Fax 0 61 31 / 919 11 144
E-Mail: info@ibc-ing.de • www.ibc-ing.de



Hilti PROFIS Engineering 3.0.80

www.hilti.de

Firma:
 Adresse:
 Tel. | Fax:
 Befestigung: Anschluss A-01
 Pos. Nr.:

Seite: 10
 Bearbeiter:
 E-Mail:
 Datum: 12.10.2022

8 Installationsdaten

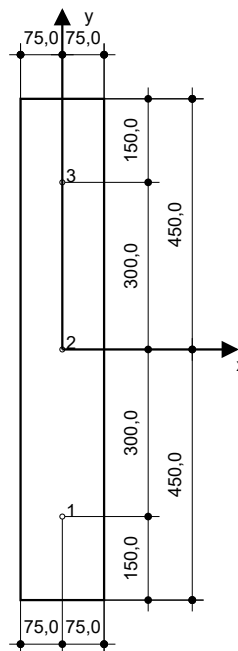
Ankerplatte, Stahl: S 235; E = 210.000,00 N/mm²; $f_{yk} = 235,00$ N/mm²
 Profil: kein Profil
 Durchmesser Durchgangsloch: $d_f = 9,0$ mm
 Plattendicke (Eingabe): 15,0 mm
 Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet
 Bohrmethode: Hammergebohrt
 Reinigungsart: Eine Reinigung ist nicht erforderlich

Dübeltyp und Größe: HST3 M8 hef2
 Artikelnummer: 2105889 HST3 M8x95 -/30
 Maximales Montagedrehmoment: 20 Nm
 Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 8,0 mm
 Bohrlochtiefe im Untergrund: 71,0 mm
 Minimale Bauteildicke gem. ETA: 80,0 mm

Hilti HST3 Bolzenanker mit 47 mm Verankerungstiefe, M8 hef2, Stahl galvanisiert, Installation gemäß ETA 98/0001, mit verfüllten Löchern mittels des Hilti Dynamic/Verfüllsets oder einer anderen geeigneten Methode

8.1 Erforderliches Zubehör

Bohren	Reinigen	Installieren
<ul style="list-style-type: none"> Geeigneter Hammerbohrer Hammerbohrer geeigneten Durchmessers 	<ul style="list-style-type: none"> Zubehör nicht erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> Hilti SIW 6AT-A22 + SI AT-A22 Drehmomentschlüssel Hammer



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	0,0	-300,0	75,0	-	150,0	-
2	0,0	0,0	75,0	-	450,0	-
3	0,0	300,0	75,0	-	750,0	-

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
 PROFIS Engineering (c) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.80







www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. I Fax: |
Befestigung: Anschluss A-01
Pos. Nr.:

Seite: 11
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 12.10.2022

9 Bohren und Setzen

HST3 (-R) subject to:

	Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling*		TE2(-A) – TE30(-A)				TE40 – TE70	
Diamond core drilling*		DD-30W, DD-EC1					
Setting tool*		Setting tool HS-SC				-	
Hollow drill bit drilling*		-	TE-CD, TE-YD				
Seismic Set/ Filling Set**		Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)				-	
Impact Wrench and Adaptive Torque Module		Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22				-	

*Installation methods provided in ETA-98/0001
**Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture:
No annular gap, double design resistance (agap=1)



Hilti PROFIS Engineering 3.0.80

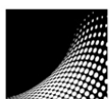
www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Anschluss A-01
Pos. Nr.:

Seite: 12
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 12.10.2022

10 Hinweise; Ihre Mitwirkungsverpflichtungen

- Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von Hilti-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz- und Montageanleitungen usw. von Hilti, die vom Anwender strikt eingehalten werden müssen. Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen Hilti-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Die Software dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Geeignetheit für eine bestimmte Anwendung.
- Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch die Software zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von Hilti angebotene Updates der Software durchführen. Sofern Sie nicht die AutoUpdate-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die Hilti-Website sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version der Software verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet Hilti nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.



IBC
Ingenieurbau-Consult

55124 Mainz • Im Niedergarten 12
Tel. 0 61 31 / 949 11 0 • Fax 0 61 31 / 919 11 144
E-Mail: info@ibc-ing.de • www.ibc-ing.de

Position: 0-D04 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Geometrische Randbedingungen:

Deckenstärke [h]:	20 cm
Stützweiten [L]:	Feld 1: 3,05 m
	Feld 2: 6,15 m

Lastannahmen:

Ausbaulasten Δg_k :	2,20 kN/m ²
Verkehrslast q_k :	3,80 kN/m ² (Kat. C1) bzw. 6,00 kN/m ² (Kat. E1.2)

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 – KLH 5s 200 DL (BSP)

Wenn das Fabrikat der Decke festgelegt ist, muss die Bemessung der Decke überprüft werden!
Für jedes Verbindungsmittel ist auf die Einhaltung der Mindestabstände zu achten.

Position: 0-D04 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Nachweise	Eingehalten
Stab	KLH 5s 200 DL 100.0 / 20.0
Neigung [°]	0.0
Einflussbreite [m]	1.000

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
DIN EN 1991-1-3/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Schneelasten	04.2019	-
DIN EN 1991-1-4/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Windlasten	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-
Forschungsvorhaben	Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken	2010	-
Buch	Francois Colling: Holzbau	2014	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p	1.35 g + 1.50 p_1
1.35 g + 1.50 p_2		

Brandbemessung

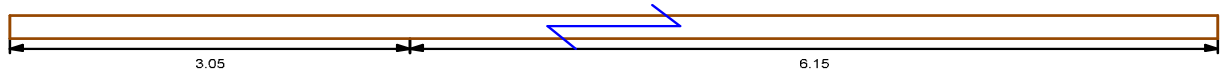
g	g + 0.80 p	g + 0.80 p_1
g + 0.80 p_2		

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

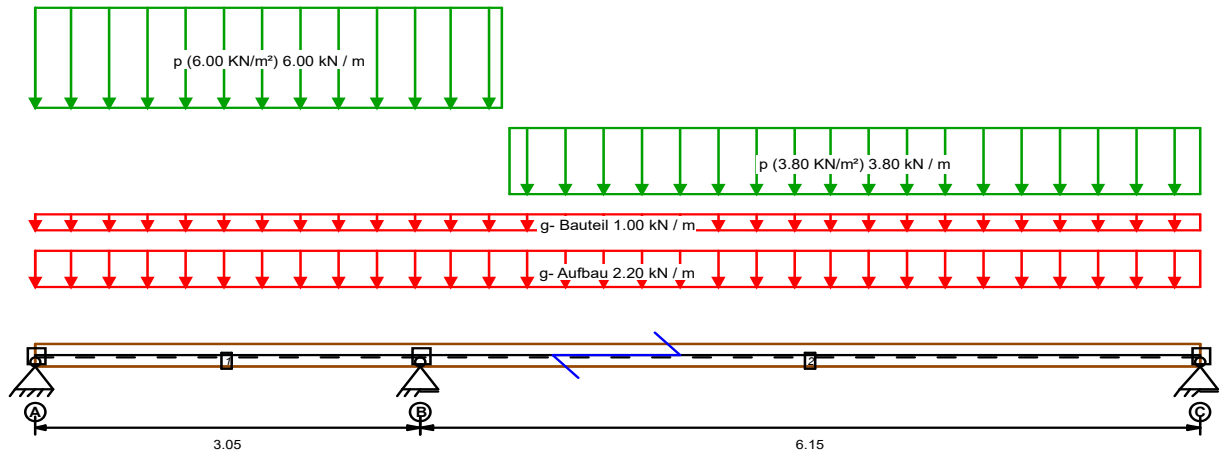
g	g + p	g + p_1
g + p_2		

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Neigung [°]	0.0
Feldl. Stab 1	3.050 m
Feldl. Stab 2	6.150 m

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau Träger

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
5	tragend	längs	40.00	C24 NSI	
4	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	40.00	C24 KLH	
2	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
1	tragend	längs	40.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	x1 [m]	x2 [m]	Geb. Kat
g- Aufbau	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	2.20 [kN/m]			-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	1.00 [kN/m]			-
p (3.80 kN/m²)	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	2	3.80 [kN/m]	Stab 2: 0.700		C
p (6.00 kN/m²)	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	6.00 [kN/m]		x: 3.700	E

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL	Stab	NKL
------	-----	------	-----

1	1 - Beheizt	2	1 - Beheizt
---	-------------	---	-------------

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Anmerkung
A	180.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	180.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
C	90.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 2/C	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	l/300; l/200; l/300	3.05	3.05	0.00	0.00
2	l/300; l/200; l/300	6.15	6.15	0.00	0.00

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	t _{geschützt} min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	unten	0.00	3.05	3.05	3.05
2	unten	0.00	6.15	6.15	6.15

2.11. Schwingungsnachweis

allgemeine Werte

w _{grenz} mm	f _{grenz} Hz	a _{grenz} m/s ²	Deckenklasse	Deckenbreite m
1.00	6.00	0.10	2-eine Nutzungseinheit	5.00

Schüttung

Schüttung: keine

Estrich

Art	Dicke mm	E _{0,mean} N/mm ²
Nassestrich (Zement)	0.00	25000

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsper Holz

Träger

B _{A,x} kNm ²	B _{B,x} kNm ²	EI _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN
192.00	6144.00	6336.00	14918.92	1440000.00

Schichtmaterialien

Identnummer	Material	f _{m,y,k} N/mm ²	f _{m,z,k} N/mm ²	f _{c,0,k} N/mm ²	f _{c,90,k} N/mm ²	f _{t,0,k} N/mm ²	f _{t,90,k} N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

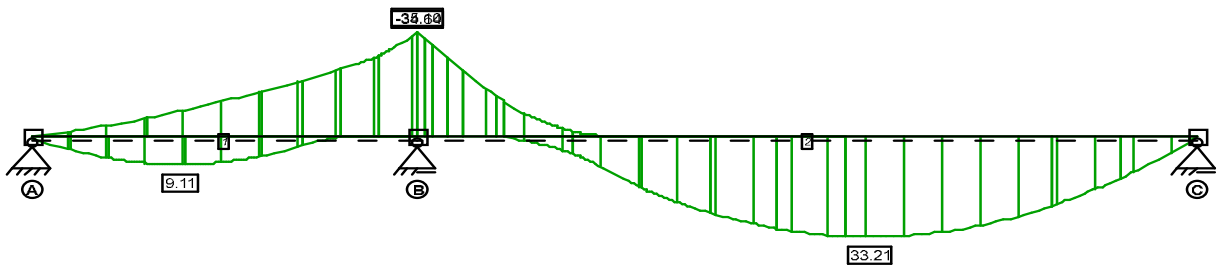
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
---------	------------	-------	-------	-------	------	-------	------

Identnummer	$f_{v,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ N/mm ²	G_{mean} N/mm ²	$E_{90,mean}$ N/mm ²	$E_{0,5}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

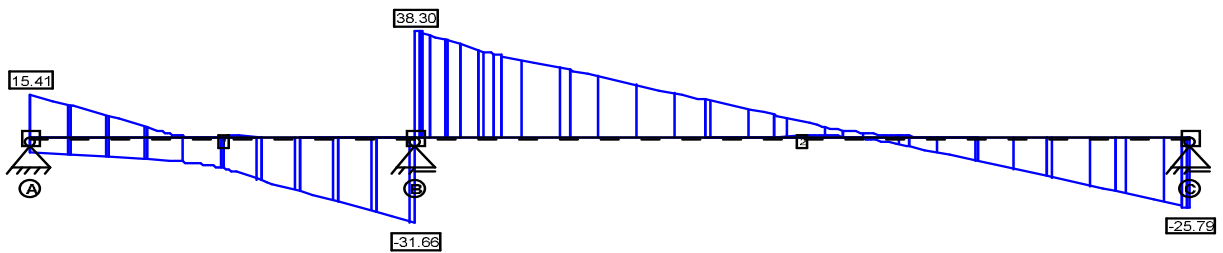
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



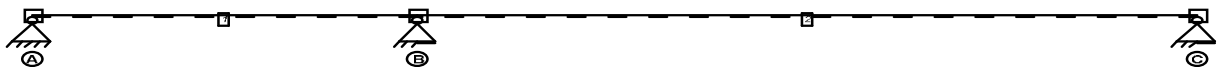
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



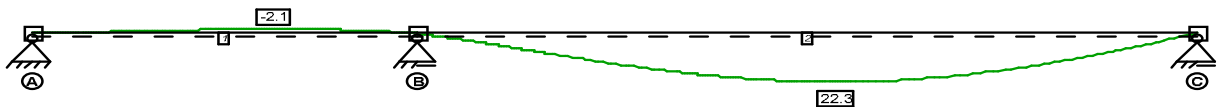
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{eff} (B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN	d_o [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65
2	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65

Durchlaufträger

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 5	C24 NSI	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 1	C24 NSI	längs	40.0	13.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. Träger

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.78 < 1,0$	✓	g + p	Knoten B
Schubspannung	$0.28 < 1,0$	✓	-	Stab 2
elastische Durchbiegung (w_{inst})	$0.70 < 1,0$	✓	g + p	Stab 2
Enddurchbiegung (w_{fin})	$0.72 < 1,0$	✓	g + p	Stab 2
Optik ($w_{not,fin}$)	$1.00 < 1,0$	✓	g + p	Stab 2
Schwingung	$0.64 < 1,0$	✓	-	Stab 2

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.34 < 1,0$	✓	g + p	Knoten B
Schubspannung	$0.13 < 1,0$	✓	-	Stab 2

4.1.2. Auflager A

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.05 < 1,0$	✓	g + p	

4.1.3. Auflager B

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	0.20 < 1,0	✓	g + p	

4.1.4. Auflager C

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	0.15 < 1,0	✓	g + p	

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p		g	p
$A_{F_x,k}$	0.00	0.00						
$A_{F_z,max,k}$	1.36	8.43	$B_{F_z,max,k}$	19.98	28.76	$C_{F_z,max,k}$	8.10	9.86
$A_{F_z,min,k}$	1.36	-3.79	$B_{F_z,min,k}$	19.98	0.00	$C_{F_z,min,k}$	8.10	-0.36

4.3. charakteristische Auflagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	g	p		g	p		g	p
$A_{F_x,k}$	0.00	0.00						
$A_{F_z,max,k}$	1.36	8.43	$B_{F_z,max,k}$	19.98	28.76	$C_{F_z,max,k}$	8.10	9.86
$A_{F_z,min,k}$	1.36	-3.79	$B_{F_z,min,k}$	19.98	0.00	$C_{F_z,min,k}$	8.10	-0.36

4.4. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	lang		ständig	lang		ständig	lang
$A_{F_z,d}$	2.93	15.57	$B_{F_z,d}$	26.98	70.12	$C_{F_z,d}$	11.00	25.79

4.5. größte Bemessungsaullagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	ständig	lang		ständig	lang		ständig	lang
$A_{F_z,d}$	2.93	15.57	$B_{F_z,d}$	26.98	70.12	$C_{F_z,d}$	11.00	25.79

4.6. abhebende Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	lang
$A_{F_z,d}$	-0.18	-5.86

4.7. Nachweise im Detail

4.7.1. Träger: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Das Moment über dem Mittelaullager B wurde gemäß EC 2 ausgerundet, dabei wurde die Auflagerlänge 180mm zugrunde gelegt. Das Anschnittmoment beträgt -29.62kNm und ist geringer als das ausgerundete Moment -33.53kNm.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,78 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,red,d}$ kNm	i	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$M_{A,x,d}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	k_i	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	k_{mod}
-35.11	-33.53	1.000	12000.00	-4.47	192.00	20.00	-29.06	6144.00	80.00	1.000	10.13	12.92	0.700

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
30.10	0.86	29.27

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 2 bei $\xi = 0.10$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,28 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
192.00	6144.00	0.00	0.18	38400.00	1000.0	1.20	0.65

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + p₂

w/zul. w

$\eta = 0,7 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
14.41	20.50

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 1.48 p₂

w/zul. w

$\eta = 0,72 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
22.09	30.75	0.600

Optik ($w_{\text{net,fin}}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 1.28 p_2

w/zul. w

$\eta = 1 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k _{def}
20.47	20.50	0.600

Schwingungsnachweis: Eigenfrequenz

$$f_1 = k_f \cdot \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_l}{m}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{l}{B}\right)^4 \cdot \frac{EI_b}{EI_l}} \geq f_{\min}$$

Rechenwerte:

k _f	EI _l kNm ²	EI _b kNm ²	m kg	B m	f ₁ Hz	f _{grenz} Hz
1.271	6336.00	1664.00	320.00	5.000	9.40	6.00

Die Eigenfrequenz ist größer als die Grenzfrequenz, der Nachweis der Schwingbeschleunigung ist daher nicht erforderlich.

Schwingungsnachweis: wirksame Breite

$$b_{ef} = \frac{l}{1,1} \sqrt[4]{\frac{EI_b}{EI_l}} \leq B$$

Rechenwerte:

EI _b kNm ²	EI _l kNm ²	B m	b _{ef} m
1664.00	6336.00	5.000	4.002

Schwingungsnachweis: Steifigkeit

Die effektive Steifigkeit wurde unter Berücksichtigung der oben berechneten effektiven Breite ermittelt.

$$w_{2kN} = \frac{2 \cdot l^3}{48 \cdot EI_{ef}} \leq w_{\max}$$

Rechenwerte:

w _{2kN} mm	EI _{ef} kNm ²	w _{grenz} mm
0.38	25359.00	1.00

Der Nachweis der Steifigkeit ist eingehalten.

Schwingung

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

Eigenfrequenz: eingehalten

Schwingbeschleunigung: nicht erforderlich

Steifigkeit: eingehalten

Der Schwingungsnachweis wurde nach Hamm/Richter/Colling geführt.

Stelle der Nachweisführung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

$\eta = 0,64 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

4.7.2. Träger: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + 0.80 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_t \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,34 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

i	$E_{x,i}$ N/mm ²	$M_{A,x,d,fi}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d,fi}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	k_t	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²
1.000	12000.00	-2.86	130.46	20.00	-19.35	3115.53	55.41	9.40	0.00	1122000.00	1.000	27.60

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
18.83	0.71	18.13

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 2 bei $\xi = 0.10$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,13 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
130.46	3115.53	0.00	0.15	26598.29	1000.0	1.20	1.20

4.7.3. Auflager A: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g_1 + g_2 + 1.50 p_1

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,05 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
15.57	2100.00	1.000	1.45	0.700

4.7.4. Auflager B: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,2 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
70.12	2400.00	1.000	1.45	0.700

4.7.5. Auflager C: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten C

maßgebende LK: g_1 + 1.35 g_2 + 1.50 p_2

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,15 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
25.79	1200.00	1.000	1.45	0.700

Position: 0-D05 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Geometrische Randbedingungen:

Deckenstärke [h]:	20 cm
Stützweiten [L]:	Feld 1: 1,85 m
	Feld 2: 5,10 m

Lastannahmen:

Ausbaulasten Δg_k :	2,20 kN/m ²
Verkehrslast q_k :	3,80 kN/m ²

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 – KLH 5s 200 DL (BSP)

Wenn das Fabrikat der Decke festgelegt ist, muss die Bemessung der Decke überprüft werden!
Für jedes Verbindungsmittel ist auf die Einhaltung der Mindestabstände zu achten.

Position: 0-D05 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Nachweise	Eingehalten
Stab	KLH 5s 200 DL 100.0 / 20.0
Neigung [°]	0.0
Einflussbreite [m]	1.000

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
DIN EN 1991-1-3/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Schneelasten	04.2019	-
DIN EN 1991-1-4/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Windlasten	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-
Forschungsvorhaben	Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken	2010	-
Buch	Francois Colling: Holzbau	2014	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p	1.35 g + 1.50 p_1
1.35 g + 1.50 p_2		

Brandbemessung

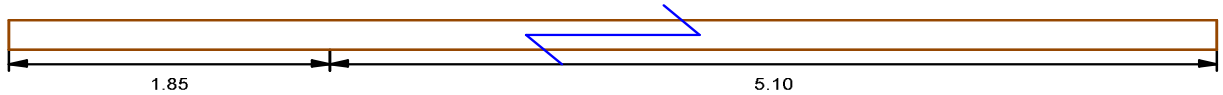
g	g + 0.60 p	g + 0.60 p_1
g + 0.60 p_2		

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

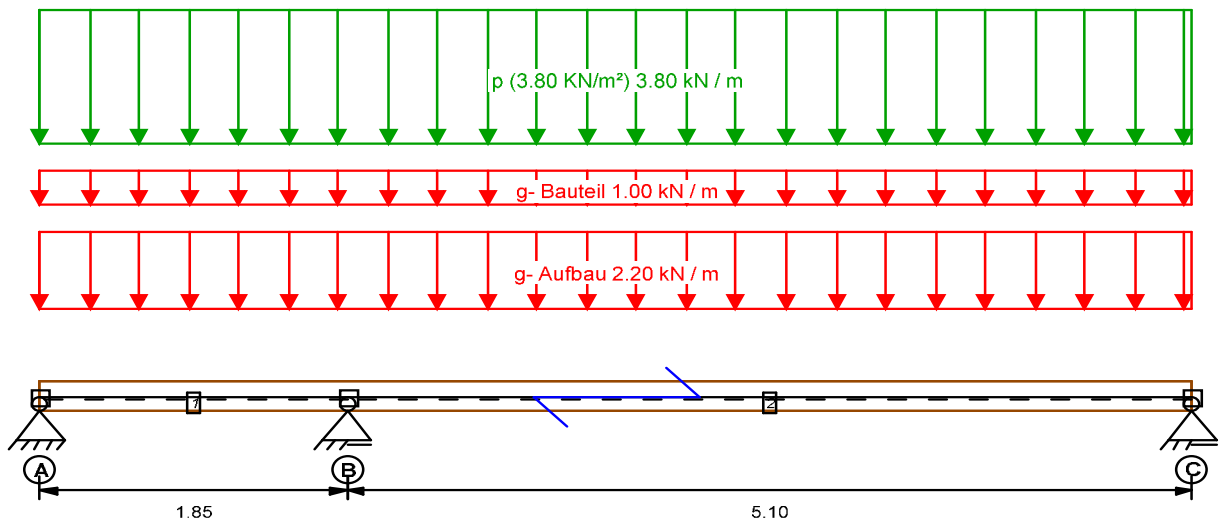
g	g + p	g + p_1
g + p_2		

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Neigung [°]	0.0
Feldl. Stab 1	1.850 m
Feldl. Stab 2	5.100 m

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau Träger

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
5	tragend	längs	40.00	C24 NSI	
4	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	40.00	C24 KLH	
2	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
1	tragend	längs	40.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	Geb. Kat
g- Aufbau	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	2.20 [kN/m]	-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	1.00 [kN/m]	-
p (3.80 kN/m²)	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	3.80 [kN/m]	C

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL	Stab	NKL
------	-----	------	-----

1	1 - Beheizt	2	1 - Beheizt
---	-------------	---	-------------

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Anmerkung
A	90.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	180.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
C	87.50	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 2/C	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	l/300; l/200; l/300	1.85	1.85	0.00	0.00
2	l/300; l/200; l/300	5.10	5.10	0.00	0.00

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	t _{geschützt} min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	unten	0.00	1.85	1.85	1.85
2	unten	0.00	5.10	5.10	5.10

2.11. Schwingungsnachweis

allgemeine Werte

w _{grenz} mm	f _{grenz} Hz	a _{grenz} m/s ²	Deckenklasse	Deckenbreite m
1.00	6.00	0.10	2-eine Nutzungseinheit	5.00

Schüttung

Schüttung: keine

Estrich

Art	Dicke mm	E _{0,mean} N/mm ²
Nassestrich (Zement)	0.00	25000

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsper Holz

Träger

B _{A,x} kNm ²	B _{B,x} kNm ²	EI _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN
192.00	6144.00	6336.00	14918.92	1440000.00

Schichtmaterialien

Identnummer	Material	f _{m,y,k} N/mm ²	f _{m,z,k} N/mm ²	f _{c,0,k} N/mm ²	f _{c,90,k} N/mm ²	f _{t,0,k} N/mm ²	f _{t,90,k} N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

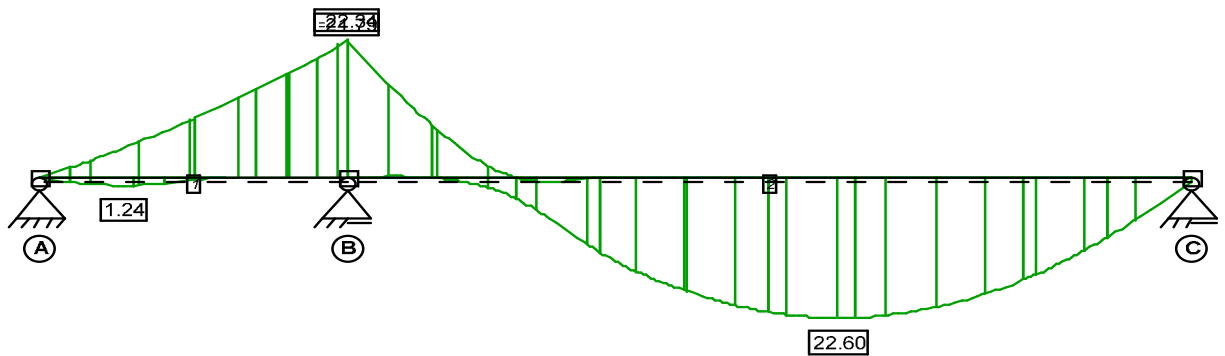
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
---------	------------	-------	-------	-------	------	-------	------

Identnummer	$f_{v,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ N/mm ²	G_{mean} N/mm ²	$E_{90,mean}$ N/mm ²	$E_{0,5}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

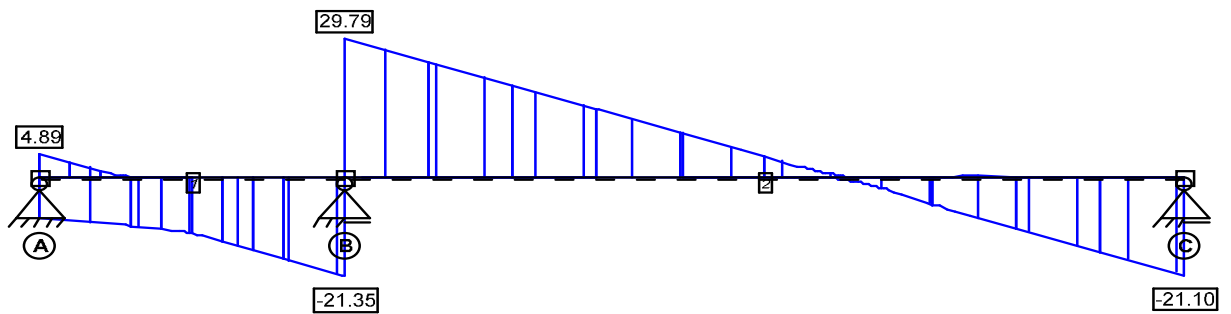
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



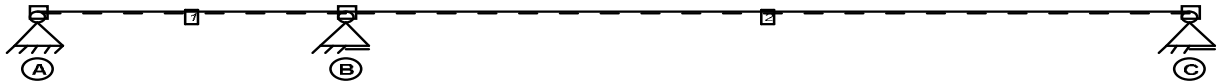
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



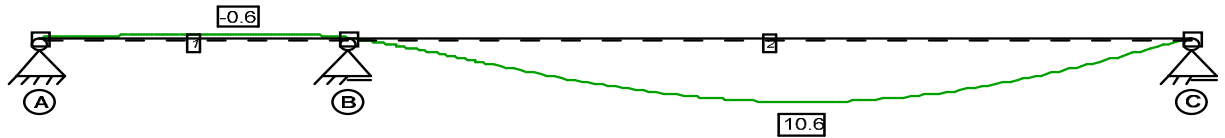
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{eff} (B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN	d_b [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65
2	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65

Durchlaufträger

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 5	C24 NSI	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 1	C24 NSI	längs	40.0	13.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. Träger

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.41 < 1,0	✓	g + p	Knoten B
Schubspannung	0.18 < 1,0	✓	-	Stab 2
elastische Durchbiegung (w_{inst})	0.42 < 1,0	✓	g + p	Stab 2
Enddurchbiegung (w_{fin})	0.41 < 1,0	✓	g + p	Stab 2
Optik ($w_{net,fin}$)	0.53 < 1,0	✓	g + p	Stab 2
Schwingung	0.48 < 1,0	✓	-	Stab 2

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
--------------	------------	--	----	--------

Biege- und Normalspannung	$0.21 < 1,0$	✓	g + p	Knoten B
Schubspannung	$0.09 < 1,0$	✓	-	Stab 2

4.1.2. Auflager A

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.02 < 1,0$	✓	g + p	

4.1.3. Auflager B

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.11 < 1,0$	✓	g + p	

4.1.4. Auflager C

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	$0.10 < 1,0$	✓	g + p	

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p		g	p
$A_{Fx,k}$	0.00	0.00						
$A_{Fz,max,k}$	-0.93	3.30	$B_{Fz,max,k}$	16.42	19.50	$C_{Fz,max,k}$	6.75	8.09
$A_{Fz,min,k}$	-0.93	-4.40	$B_{Fz,min,k}$	16.42	0.00	$C_{Fz,min,k}$	6.75	-0.08

4.3. charakteristische Auflagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	g	p		g	p		g	p
$A_{Fx,k}$	0.00	0.00						
$A_{Fz,max,k}$	-0.93	3.30	$B_{Fz,max,k}$	16.42	19.50	$C_{Fz,max,k}$	6.75	8.09
$A_{Fz,min,k}$	-0.93	-4.40	$B_{Fz,min,k}$	16.42	0.00	$C_{Fz,min,k}$	6.75	-0.08

4.4. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	kurz		ständig	kurz		ständig	kurz
$A_{Fz,d}$	-2.23	-8.83	$B_{Fz,d}$	22.17	51.42	$C_{Fz,d}$	9.13	21.28

4.5. größte Bemessungsaullagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	ständig	kurz		ständig	kurz		ständig	kurz
$A_{Fz,d}$	-2.23	-8.83	$B_{Fz,d}$	22.17	51.42	$C_{Fz,d}$	9.13	21.28

4.6. abhebende Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	kurz
$A_{Fz,d}$	-2.50	-9.10

4.7. Nachweise im Detail

4.7.1. Träger: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Das Moment über dem Mittelauger B wurde gemäß EC 2 ausgerundet, dabei wurde die Auflagerlänge 180mm zugrunde gelegt. Das Anschnittmoment beträgt -17.35kNm und ist geringer als das ausgerundete Moment -21.37kNm.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,41 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,red,d}$ kNm	i	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$M_{A,x,d}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	k_i	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	k_{mod}
-22.53	-21.37	5.000	12000.00	-3.16	192.00	20.00	-18.21	6144.00	80.00	1.000	6.80	16.62	0.900

Querkkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
24.81	1.07	23.74

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 2 bei $\xi = 0.10$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,18 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
192.00	6144.00	0.00	0.15	38400.00	1000.0	1.20	0.83

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + p₂

w/zul. w

$\eta = 0,42 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
7.16	17.00

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 1.36 p_2

w/zul. w

$\eta = 0,41 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k _{def}
10.51	25.50	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 0.96 p_2

w/zul. w

$\eta = 0,53 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k _{def}
8.94	17.00	0.600

Schwingungsnachweis: Eigenfrequenz

$$f_1 = k_f \cdot \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_l}{m}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{l}{B}\right)^4 \cdot \frac{EI_b}{EI_l}} \geq f_{min}$$

Rechenwerte:

k _f	EI _l kNm ²	EI _b kNm ²	m kg	B m	f ₁ Hz	f _{grenz} Hz
1.311	6336.00	1664.00	320.00	5.000	12.63	6.00

Die Eigenfrequenz ist größer als die Grenzfrequenz, der Nachweis der Schwingbeschleunigung ist daher nicht erforderlich.

Schwingungsnachweis: wirksame Breite

$$b_{ef} = \frac{l}{1,1} \sqrt[4]{\frac{EI_b}{EI_l}} \leq B$$

Rechenwerte:

EI _b kNm ²	EI _l kNm ²	B m	b _{ef} m
1664.00	6336.00	5.000	3.319

Schwingungsnachweis: Steifigkeit

Die effektive Steifigkeit wurde unter Berücksichtigung der oben berechneten effektiven Breite ermittelt.

$$w_{2kN} = \frac{2 \cdot l^3}{48 \cdot EI_{ef}} \leq w_{max}$$

Rechenwerte:

W_2 kN mm	EI_{ef} kNm ²	w_{grenz} mm
0.26	21029.42	1.00

Der Nachweis der Steifigkeit ist eingehalten.

Schwingung

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

Eigenfrequenz: eingehalten

Schwingbeschleunigung: nicht erforderlich

Steifigkeit: eingehalten

Der Schwingungsnachweis wurde nach Hamm/Richter/Colling geführt.

Stelle der Nachweisführung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

$\eta = 0,48 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

4.7.2. Träger: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + 0.60 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_t \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,21 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

i	$E_{x,i}$ N/mm ²	$M_{A,x,d,fi}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d,fi}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	k_t	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²
1.000	12000.00	-1.81	130.46	20.00	-11.02	3115.53	55.41	5.69	0.00	1122000.00	1.000	27.60

Querkkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
13.67	0.63	13.04

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 2 bei $\xi = 0.10$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,09 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	---------------	---------	--------------------------------	--------------------------------

130.46	3115.53	0.00	0.11	26598.29	1000.0	1.20	1.20
--------	---------	------	------	----------	--------	------	------

4.7.3. Auflager A: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g_1 + g_2 + 1.50 p_1

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,02 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
4.99	1200.00	1.000	1.87	0.900

4.7.4. Auflager B: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,11 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
51.42	2400.00	1.000	1.87	0.900

4.7.5. Auflager C: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten C

maßgebende LK: g_1 + 1.35 g_2 + 1.50 p_2

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,1 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
21.28	1175.00	1.000	1.87	0.900

Position: 0-D06 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Geometrische Randbedingungen:

Deckenstärke [h]:	20 cm
Stützweite [L]:	2,75 m

Lastannahmen:

Ausbaulasten Δg_k :	2,20 kN/m ²
Verkehrslast q_k :	3,80 kN/m ²

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 – KLH 5s 200 DL (BSP)

Wenn das Fabrikat der Decke festgelegt ist, muss die Bemessung der Decke überprüft werden!
Für jedes Verbindungsmittel ist auf die Einhaltung der Mindestabstände zu achten.

Position: 0-D06 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Nachweise	Eingehalten
Stab	KLH 5s 200 DL 100.0 / 20.0
Neigung [°]	0.0
Einflussbreite [m]	1.000

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
DIN EN 1991-1-3/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Schneelasten	04.2019	-
DIN EN 1991-1-4/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Windlasten	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-
Forschungsvorhaben	Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken	2010	-
Buch	Francois Colling: Holzbau	2014	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p	
--------	-----------------	--

Brandbemessung

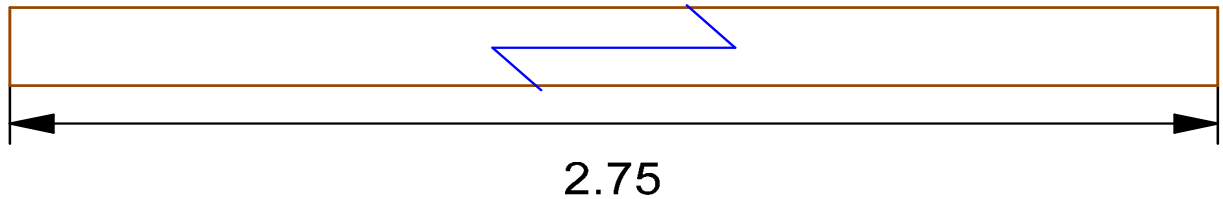
g	g + 0.30 p	
---	------------	--

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

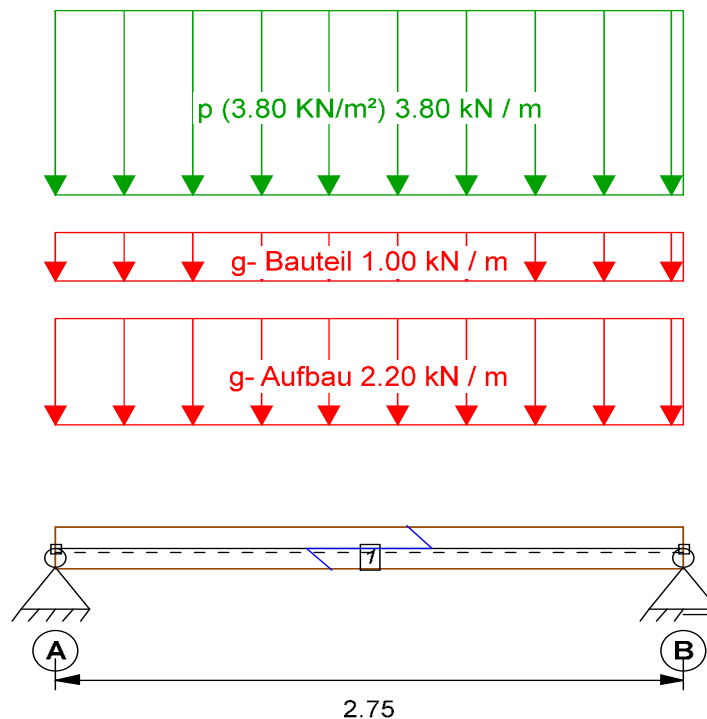
g	g + p	
---	-------	--

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Neigung [°]	0.0
Feldl. Stab 1	2.750 m

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau Träger

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
5	tragend	längs	40.00	C24 NSI	
4	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	40.00	C24 KLH	
2	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
1	tragend	längs	40.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	Geb. Kat
g- Aufbau	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	2.20 [kN/m]	-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	1.00 [kN/m]	-
p (3.80 kN/m ²)	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	3.80 [kN/m]	B

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
1	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Anmerkung
A	87.50	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	87.50	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	l/300; l/200; l/300	2.75	2.75	0.00	0.00

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	t _{geschützt} min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	unten	0.00	2.75	2.75	2.75

2.11. Schwingungsnachweis

allgemeine Werte

w _{grenz} mm	f _{grenz} Hz	a _{grenz} m/s ²	Deckenklasse	Deckenbreite m
1.00	6.00	0.10	2-eine Nutzungseinheit	5.00

Schüttung

Schüttung: keine

Estrich

Art	Dicke mm	E _{0,mean} N/mm ²
Nassestrich (Zement)	0.00	25000

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsper Holz

Träger

B _{A,x} kNm ²	B _{B,x} kNm ²	EI _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN
--------------------------------------	--------------------------------------	---	----------------------	----------------------

192.00	6144.00	6336.00	14918.92	1440000.00
--------	---------	---------	----------	------------

Schichtmaterialien

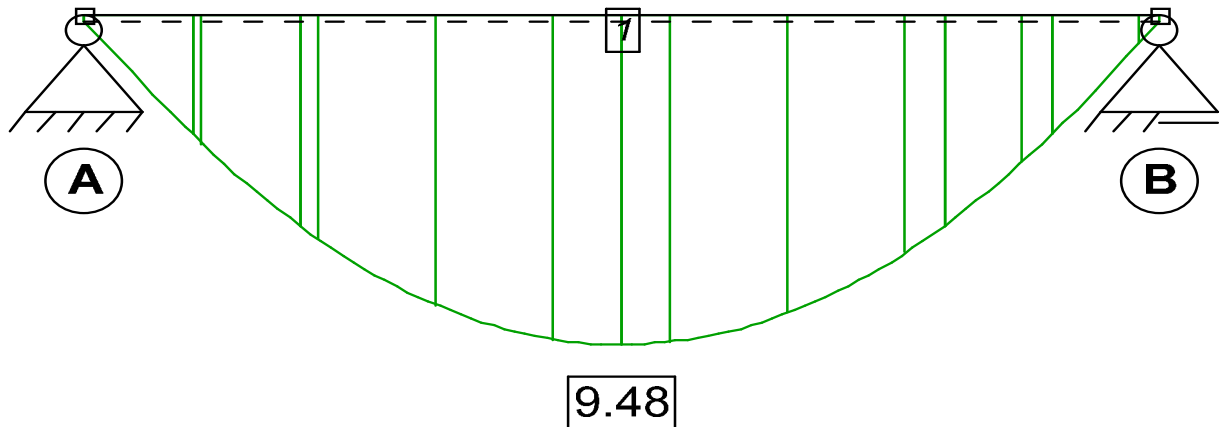
Identnummer	Material	$f_{m,y,k}$ N/mm ²	$f_{m,z,k}$ N/mm ²	$f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{c,90,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	$f_{v,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ N/mm ²	G_{mean} N/mm ²	$E_{90,mean}$ N/mm ²	$E_{0,5}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

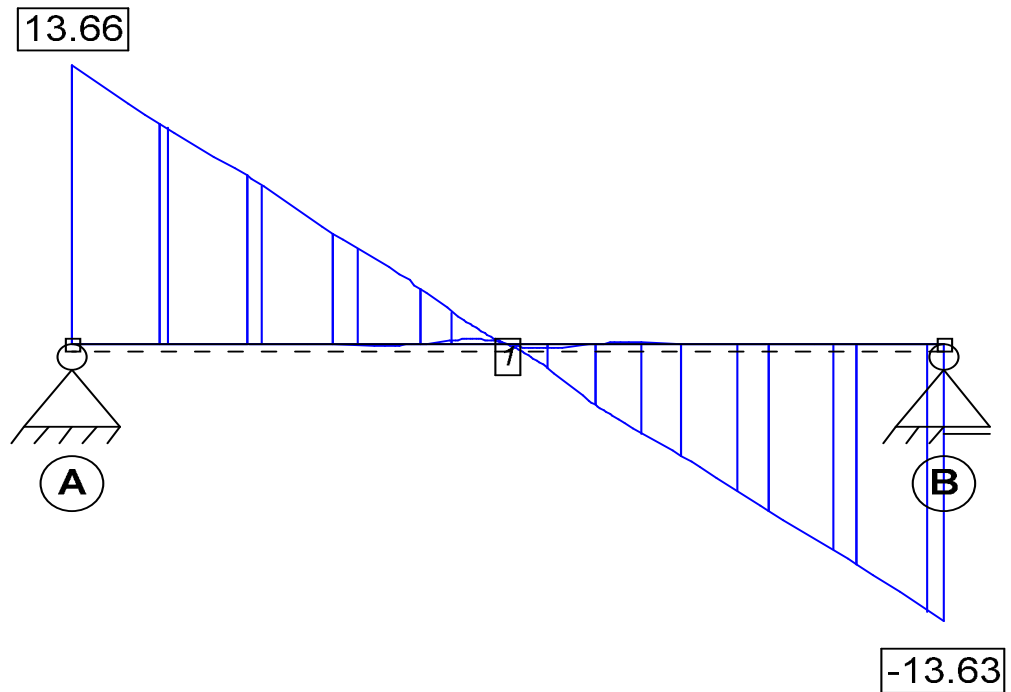
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



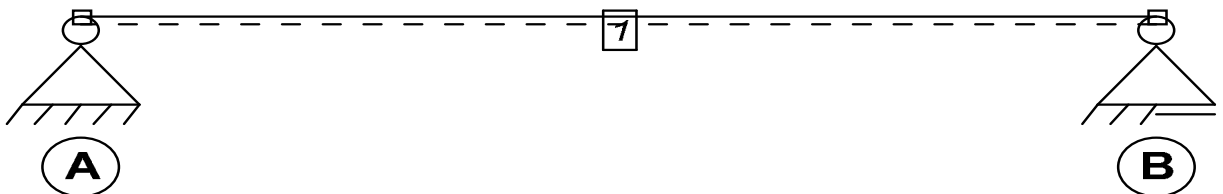
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



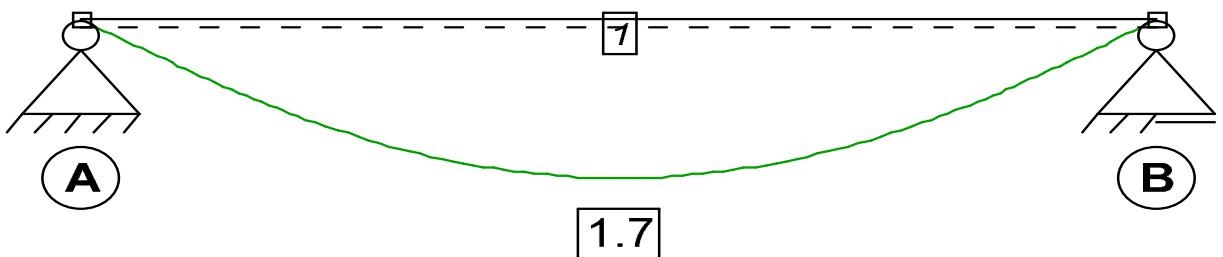
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



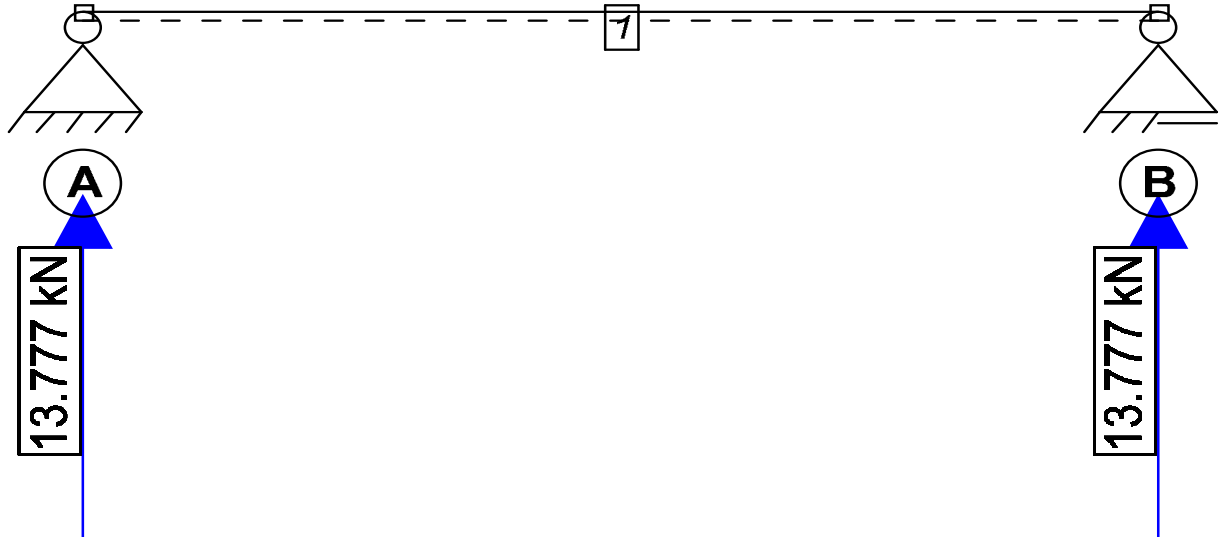
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{eff} (B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN	d_b [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65

Durchlaufträger

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 5	C24 NSI	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 1	C24 NSI	längs	40.0	13.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. Träger

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.13 < 1,0	✓	g + p	Stab 1
Schubspannung	0.09 < 1,0	✓	-	Stab 1
elastische Durchbiegung (w_{inst})	0.13 < 1,0	✓	g + p	Stab 1
Enddurchbiegung (w_{fin})	0.12 < 1,0	✓	g + p	Stab 1
Optik ($w_{net,fin}$)	0.13 < 1,0	✓	g + p	Stab 1
Schwingung	0.20 < 1,0	✓	-	Stab 1

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.05 < 1,0	✓	g + p	Stab 1
Schubspannung	0.03 < 1,0	✓	-	Stab 1

4.1.2. Auflager A

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	0.07 < 1,0	✓	g + p	

4.1.3. Auflager B

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	0.07 < 1,0	✓	g + p	

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p
$A_{Fx,k}$	0.00	0.00			
$A_{Fz,max,k}$	4.40	5.23	$B_{Fz,max,k}$	4.40	5.23
$A_{Fz,min,k}$	4.40	0.00	$B_{Fz,min,k}$	4.40	0.00

4.3. charakteristische Auflagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	g	p		g	p
$A_{Fx,k}$	0.00	0.00			
$A_{Fz,max,k}$	4.40	5.23	$B_{Fz,max,k}$	4.40	5.23
$A_{Fz,min,k}$	4.40	0.00	$B_{Fz,min,k}$	4.40	0.00

4.4. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{Fz,d}$	5.94	13.78	$B_{Fz,d}$	5.94	13.78

4.5. größte Bemessungsaullagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	ständig	mittel		ständig	mittel
$A_{Fz,d}$	5.94	13.78	$B_{Fz,d}$	5.94	13.78

4.6. abhebende Bemessungsaullagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaullagerkräfte hervor!

4.7. Nachweise im Detail

4.7.1. Träger: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_t \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,13 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	i	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$M_{A,x,d}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	k_i	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	k_{mod}
9.48	5.000	12000.00	0.41	192.00	20.00	9.07	6144.00	80.00	1.000	1.93	14.77	0.800

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
10.81	0.40	10.43

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.10$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,09 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
192.00	6144.00	0.00	0.07	38400.00	1000.0	1.20	0.74

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + p

w/zul. w

$\eta = 0,13 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
1.23	9.17

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 1.18 p

w/zul. w

$\eta = 0,12 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
1.69	13.75	0.600

Optik ($w_{\text{net,fin}}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 0.48 p

w/zul. w

$\eta = 0,13 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
1.22	9.17	0.600

Schwingungsnachweis: Eigenfrequenz

$$f_1 = k_f \cdot \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_l}{m}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{l}{B}\right)^4 \cdot \frac{EI_b}{EI_l}} \geq f_{\text{min}}$$

Rechenwerte:

k_f	EI_l kNm ²	EI_b kNm ²	m kg	B m	f_1 Hz	f_{grenz} Hz
1.000	6336.00	1664.00	320.00	5.000	29.58	6.00

Die Eigenfrequenz ist größer als die Grenzfrequenz, der Nachweis der Schwingbeschleunigung ist daher nicht erforderlich.

Schwingungsnachweis: wirksame Breite

$$b_{\text{ef}} = \frac{l}{1,1} \sqrt[4]{\frac{EI_b}{EI_l}} \leq B$$

Rechenwerte:

EI_b kNm ²	EI_l kNm ²	B m	b_{ef} m
1664.00	6336.00	5.000	1.790

Schwingungsnachweis: Steifigkeit

Die effektive Steifigkeit wurde unter Berücksichtigung der oben berechneten effektiven Breite ermittelt.

$$w_{2kN} = \frac{2 \cdot l^3}{48 \cdot EI_{\text{ef}}} \leq w_{\text{max}}$$

Rechenwerte:

w_{2kN} mm	EI_{ef} kNm ²	w_{grenz} mm
0.08	11339.39	1.00

Der Nachweis der Steifigkeit ist eingehalten.

Schwingung

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

Eigenfrequenz: eingehalten

Schwingbeschleunigung: nicht erforderlich

Steifigkeit: eingehalten

Der Schwingungsnachweis wurde nach Hamm/Richter/Colling geführt.

Stelle der Nachweisführung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

$\eta = 0,2 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

4.7.2. Träger: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,05 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

i	$E_{x,i}$ N/mm ²	$M_{A,x,d,fi}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d,fi}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	k_i	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²
5.000	12000.00	0.21	130.46	6.75	3.90	3115.53	-91.34	1.50	0.00	1122000.00	1.000	27.60

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
4.68	0.21	4.48

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.10$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,03 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
130.46	3115.53	0.00	0.04	26598.29	1000.0	1.20	1.20

4.7.3. Auflager A: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,07 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
13.78	1175.00	1.000	1.66	0.800

4.7.4. Auflager B: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,07 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
13.78	1175.00	1.000	1.66	0.800

Position: 0-D07 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Geometrische Randbedingungen:

Deckenstärke [h]:	20 cm
Stützweiten [L]:	Feld 1: 4,85 m
	Feld 2: 5,30 m

Lastannahmen:

Ausbaulasten Δg_k :	2,00 kN/m ²
Verkehrslast q_k :	4,00 kN/m ²

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 – KLH 5s 200 DL (BSP)

Wenn das Fabrikat der Decke festgelegt ist, muss die Bemessung der Decke überprüft werden!
Für jedes Verbindungsmittel ist auf die Einhaltung der Mindestabstände zu achten.

Position: 0-D07 - N1 - Brettsper Holzdecke h = 20 cm

Nachweise	Eingehalten
Stab	KLH 5s 200 DL 100.0 / 20.0
Neigung [°]	0.0
Einflussbreite [m]	1.000

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
DIN EN 1991-1-3/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Schneelasten	04.2019	-
DIN EN 1991-1-4/NA	Einwirkungen auf Tragwerke: Windlasten	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-
Forschungsvorhaben	Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken	2010	-
Buch	Francois Colling: Holzbau	2014	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p	1.35 g + 1.50 p_1
1.35 g + 1.50 p_2		

Brandbemessung

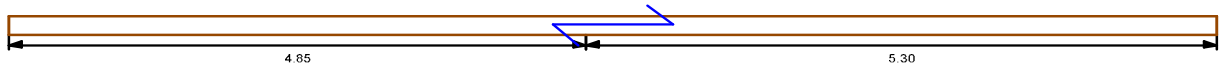
g	g + 0.60 p	g + 0.60 p_1
g + 0.60 p_2		

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

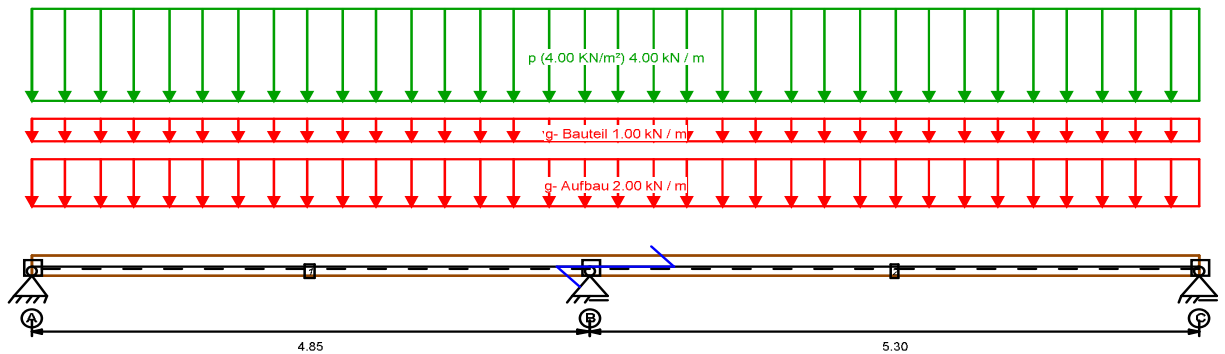
g	g + p	g + p_1
g + p_2		

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Neigung [°]	0.0
Feldl. Stab 1	4.850 m
Feldl. Stab 2	5.300 m

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau Träger

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
5	tragend	längs	40.00	C24 NSI	
4	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	40.00	C24 KLH	
2	tragend	quer	40.00	C24 KLH	
1	tragend	längs	40.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	Geb. Kat
g- Aufbau	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	2.00 [kN/m]	-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	1.00 [kN/m]	-
p (4.00 kN/m²)	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1, 2	4.00 [kN/m]	ZC

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL	Stab	NKL
1	1 - Beheizt	2	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Anmerkung
A	87.50	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-

B	180.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
C	175.00	1000.00	0.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 2/C	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	l/300; l/200; l/300	4.85	4.85	0.00	0.00
2	l/300; l/200; l/300	5.30	5.30	0.00	0.00

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	t _{geschützt} min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	unten	0.00	4.85	4.85	4.85
2	unten	0.00	5.30	5.30	5.30

2.11. Schwingungsnachweis

allgemeine Werte

w _{grenz} mm	f _{grenz} Hz	a _{grenz} m/s ²	Deckenklasse	Deckenbreite m
1.00	6.00	0.10	2-eine Nutzungseinheit	5.00

Schüttung

Schüttung: keine

Estrich

Art	Dicke mm	E _{0,mean} N/mm ²
Nassestrich (Zement)	0.00	25000

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsper Holz

Träger

B _{A,x} kNm ²	B _{B,x} kNm ²	EI _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN
192.00	6144.00	6336.00	14918.92	1440000.00

Schichtmaterialien

Identnummer	Material	f _{m,y,k} N/mm ²	f _{m,z,k} N/mm ²	f _{c,0,k} N/mm ²	f _{c,90,k} N/mm ²	f _{t,0,k} N/mm ²	f _{t,90,k} N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

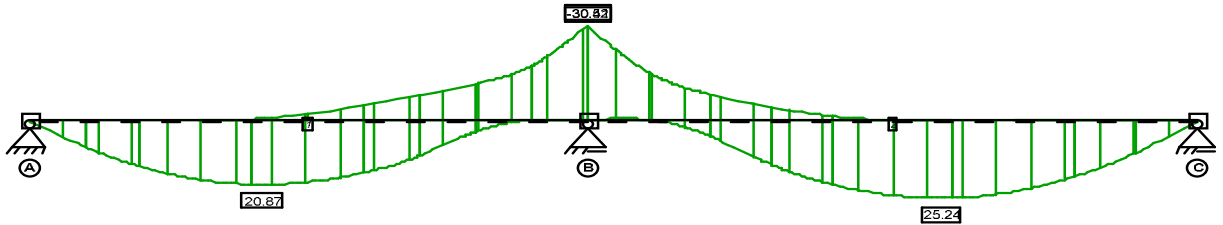
Identnummer	f _{v,k} N/mm ²	E _{0,mean} N/mm ²	G _{mean} N/mm ²	E _{90,mean} N/mm ²	E _{0,5} N/mm ²	ρ _k kg/m ³	γ _m
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
---------	------	-------	-----	-----	------	-----	------

3.2. Schnittgrößen

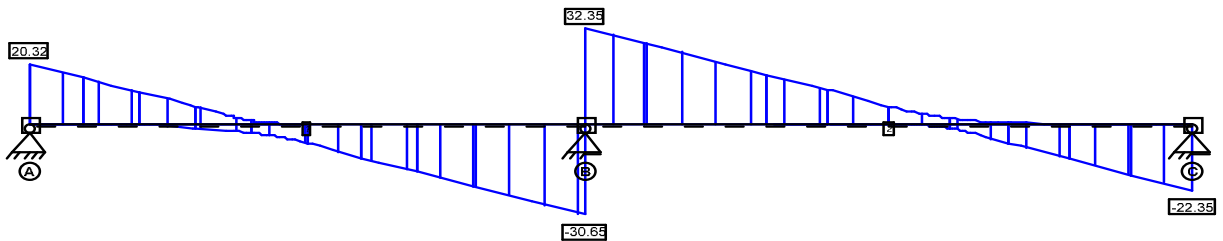
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



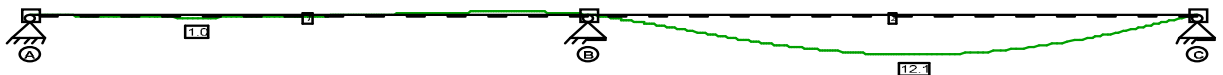
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



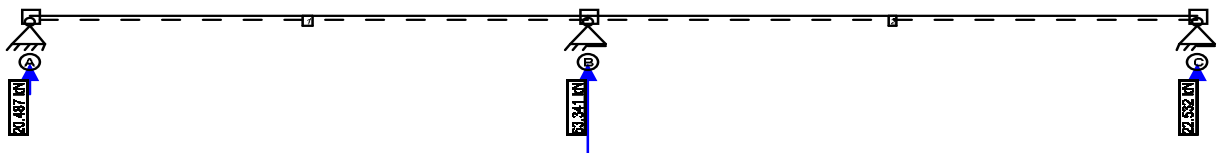
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{eff} (B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN	d_0 [mm]	Abbrandrate [mm/min]
------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------------	-------------	-------------	---------------	-------------------------

1	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65
2	130.46	3115.53	3246.00	12692.32	1122000.00	7.00	0.65/1.00/0.65

Durchlaufträger

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 5	C24 NSI	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	40.0	40.0	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	40.0	40.0	[mm]
Schicht 1	C24 NSI	längs	40.0	13.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. Träger

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.55 < 1,0	✓	g + p	Knoten B
Schubspannung	0.20 < 1,0	✓	-	Stab 2
elastische Durchbiegung (w_{inst})	0.47 < 1,0	✓	g + p	Stab 2
Enddurchbiegung (w_{fin})	0.45 < 1,0	✓	g + p	Stab 2
Optik ($w_{net,fin}$)	0.56 < 1,0	✓	g + p	Stab 2
Schwingung	0.59 < 1,0	✓	-	Stab 2

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.26 < 1,0	✓	g + p	Knoten B
Schubspannung	0.10 < 1,0	✓	-	Stab 2

4.1.2. Auflager A

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	0.09 < 1,0	✓	g + p	

4.1.3. Auflager B

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	0.14 < 1,0	✓	g + p	

4.1.4. Auflager C

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Kontaktpressung	0.06 < 1,0	✓	g + p	

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p		g	p
$A_{F_{x,k}}$	0.00	0.00						
$A_{F_{z,max,k}}$	5.35	8.59	$B_{F_{z,max,k}}$	18.91	25.21	$C_{F_{z,max,k}}$	6.19	9.27
$A_{F_{z,min,k}}$	5.35	-1.45	$B_{F_{z,min,k}}$	18.91	0.00	$C_{F_{z,min,k}}$	6.19	-1.02

4.3. charakteristische Auflagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	g	p		g	p		g	p
$A_{F_x,k}$	0.00	0.00						
$A_{F_{z,y},max,k}$	5.35	8.59	$B_{F_{z,y},max,k}$	18.91	25.21	$C_{F_{z,y},max,k}$	6.19	9.27
$A_{F_{z,y},min,k}$	5.35	-1.45	$B_{F_{z,y},min,k}$	18.91	0.00	$C_{F_{z,y},min,k}$	6.19	-1.02

4.4. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	kurz		ständig	kurz		ständig	kurz
$A_{F_{z,d}}$	7.61	20.49	$B_{F_{z,d}}$	25.53	63.34	$C_{F_{z,d}}$	8.62	22.53

4.5. größte Bemessungsaullagerkräfte kN/m

Die Auflagerkräfte wurden entsprechend der Einflussbreite als Streckenlast ermittelt.

	ständig	kurz		ständig	kurz		ständig	kurz
$A_{F_{z,d}}$	7.61	20.49	$B_{F_{z,d}}$	25.53	63.34	$C_{F_{z,d}}$	8.62	22.53

4.6. abhebende Bemessungsaullagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaullagerkräfte hervor!

4.7. Nachweise im Detail

4.7.1. Träger: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Das Moment über dem Mittelaullager B wurde gemäß EC 2 ausgerundet, dabei wurde die Aullagerlänge 180mm zugrunde gelegt. Das Anschnittmoment beträgt -25.91kNm und ist geringer als das ausgerundete Moment -29.82kNm.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_i \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,55 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,red,d}$ kNm	i	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$M_{A,x,d}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	k_i	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	k_{mod}
-31.25	-29.82	5.000	12000.00	-4.04	192.00	20.00	-25.78	6144.00	80.00	1.000	9.08	16.62	0.900

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
27.24	1.22	26.02

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 2 bei $\xi = 0.10$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,2 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
192.00	6144.00	0.00	0.16	38400.00	1000.0	1.20	0.83

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + p₂

w/zul. w

$\eta = 0,47 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
8.30	17.67

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 1.36 p₂

w/zul. w

$\eta = 0,45 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
11.99	26.50	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + 0.96 p₂

w/zul. w

$\eta = 0,56 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
9.83	17.67	0.600

Schwingungsnachweis: Eigenfrequenz

$$f_1 = k_f \cdot \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_l}{m}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{l}{B}\right)^4 \cdot \frac{EI_b}{EI_l}} \geq f_{\min}$$

Rechenwerte:

k_f	EI_l kNm ²	EI_b kNm ²	m kg	B m	f_1 Hz	f_{grenz} Hz
1.076	6336.00	1664.00	300.00	5.000	10.09	6.00

Die Eigenfrequenz ist größer als die Grenzfrequenz, der Nachweis der Schwingbeschleunigung ist daher nicht erforderlich.

Schwingungsnachweis: wirksame Breite

$$b_{ef} = \frac{l}{1,1} \sqrt[4]{\frac{EI_b}{EI_l}} \leq B$$

Rechenwerte:

EI_b kNm ²	EI_l kNm ²	B m	b_{ef} m
1664.00	6336.00	5.000	3.449

Schwingungsnachweis: Steifigkeit

Die effektive Steifigkeit wurde unter Berücksichtigung der oben berechneten effektiven Breite ermittelt.

$$w_{2kN} = \frac{2 \cdot l^3}{48 \cdot EI_{ef}} \leq w_{\max}$$

Rechenwerte:

w_{2kN} mm	EI_{ef} kNm ²	w_{grenz} mm
0.28	21854.10	1.00

Der Nachweis der Steifigkeit ist eingehalten.

Schwingung

Da ein BSPH-Querschnitt verwendet wird, wurde diese Decke automatisch als Massivholzdecke erkannt. Im Schwingungsnachweis wurde daher die Querbiegesteifigkeit erhöht und die konstruktiven Randbedingungen von Massivholz verwendet.

Eigenfrequenz: eingehalten

Schwingbeschleunigung: nicht erforderlich

Steifigkeit: eingehalten

Der Schwingungsnachweis wurde nach Hamm/Richter/Colling geführt.

Stelle der Nachweisführung: Stab 2 bei $\xi = 0.50$

$\eta = 0,59 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

4.7.2. Träger: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + 0.60 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{M_{A,x,d}}{B_{A,x}} \cdot z_i + E_{x,i} \cdot \frac{M_{B,x,d}}{B_{B,x}} \cdot z_{s,i}}{k_t \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,26 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

i	$E_{x,i}$ N/mm ²	$M_{A,x,d,fi}$ kNm	$B_{A,x}$ kNm ²	z_i mm	$M_{B,x,d,fi}$ kNm	$B_{B,x}$ kNm ²	$z_{s,i}$ mm	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	k_t	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²
1.000	12000.00	-2.25	130.46	20.00	-14.82	3115.53	55.41	7.29	0.00	1122000.00	1.000	27.60

Querkräfte für Schubnachweis

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	$V_{A,x}$ kN	$V_{B,x}$ kN
14.69	0.72	13.97

Schubspannung

In diesem Nachweis wird die Rollschubtragfähigkeit in der Fuge zwischen Schicht 1 und Schicht 2 untersucht.

Stelle der max. Spannung: Stab 2 bei $\xi = 0.10$

$$\eta = \left(\frac{V_{B,x,d} \cdot ES_B}{B_{B,x} \cdot b} \right) / f_{r,d}$$

$\eta = 0,1 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	τ_A N/mm ²	τ_B N/mm ²	ES_B kNm	b mm	$f_{r,k}$ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
130.46	3115.53	0.00	0.12	26598.29	1000.0	1.20	1.20

4.7.3. Auflager A: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g_1 + g_2 + 1.50 p_1

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,09 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
20.49	1175.00	1.000	1.87	0.900

4.7.4. Auflager B: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,14 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
63.34	2400.00	1.000	1.87	0.900

4.7.5. Auflager C: Normalbemessung

Kontaktpressung

Stelle der max. Spannung: Knoten C

maßgebende LK: g_1 + 1.35 g_2 + 1.50 p_2

$$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}}$$

$\eta = 0,06 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N _d kN	A _{ef} cm ²	k _{c,90}	f _{c,90,d} N/mm ²	k _{mod}
22.53	2050.00	1.000	1.87	0.900

Unterzüge und Ringbalken

Position: 1-U01 - N1 - Unterzug (Stahl) im OG

Geometrische Randbedingungen:

Stahlprofil:	HEA400
Stützweite [L]:	9,60 m
Auflagertiefe (BSP-Wand):	0,18 m
Auflagertiefe (Stahlträger):	0,30 m
Steifen an Lasteinleitungsstellen:	t = 15 mm
Überhöhung in Feldmitte:	20 mm

Der Unterzug ist durch den Anschluss der Brettsperrholzdecke kontinuierlich gehalten. Es besteht somit keine Biegedrillknickgefahr.

Anschluss der Brettsperrholzdecke: konstruktiv mit Oberflansch verschrauben

Lastannahmen:

aus Pos. 1-D01:	$g_k = 18,36 \text{ kN/m}$
	$q_k = 11,82 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Stahlbauteile:

Feuerwiderstand:	R30 – Anstrich erforderlich!
gewählte Stahlfestigkeit:	S235

Die Lagesicherheit auf der Brettsperrholzwand ist konstruktiv durch den Zimmerer sicherzustellen bzw. im Rahmen der Ausführungsplanung abzustimmen.

Die auf dem Stahlträger aufliegende Brettsperrholzdecke ist konstruktiv mit dem Obergurt zu verschrauben.

Hinweis

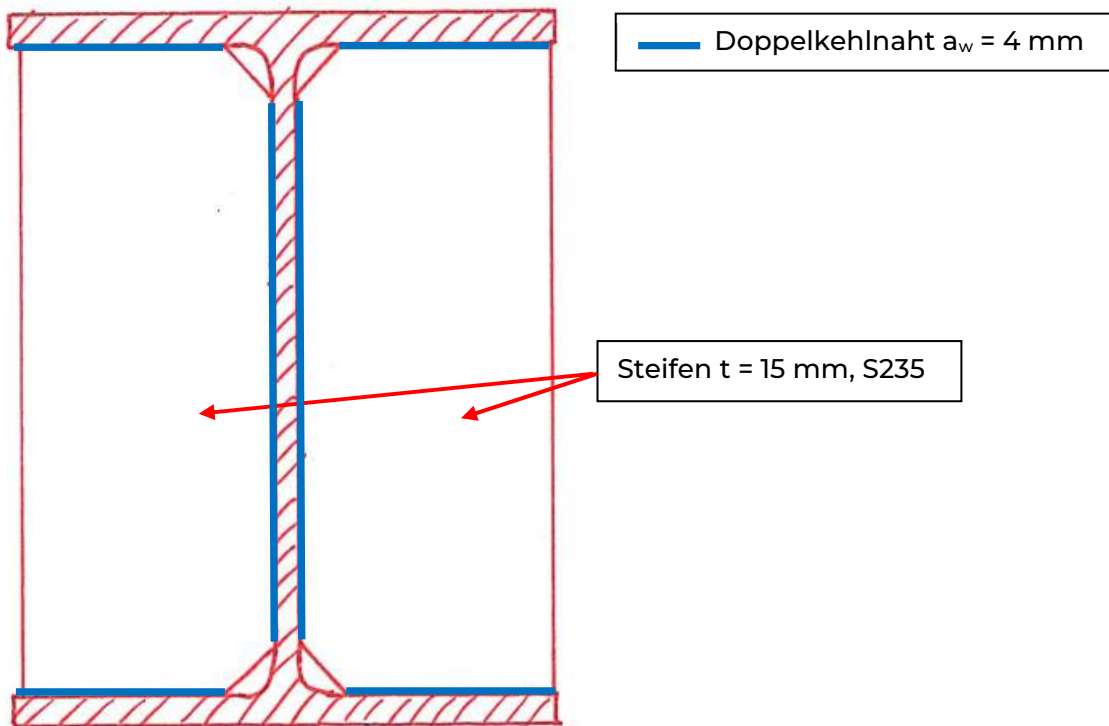
Unter Volllast der Decke Pos. 1-D01 (Nutzlast: $2,00 \text{ kN/m}^2$) ist der Nachweis der Verformung (GZG) des Unterzugs nicht eingehalten (Ausnutzung 115 %). Die angesetzte Nutzlast von $2,00 \text{ kN/m}^2$ auf der Dachdecke liegt auf der sicheren Seite, weshalb sich die max. Verformung aus der Bemessung nicht einstellen wird.

Auf die Tragfähigkeit des Unterzugs hat dies keinen Einfluss, die Nachweise im GZT sind erfüllt.

Der Unterzug ist um den Verformungsanteil der ständigen Lasten zu überhöhen ($\ddot{u} = 20 \text{ mm}$).

Verstärkung – Steifen:

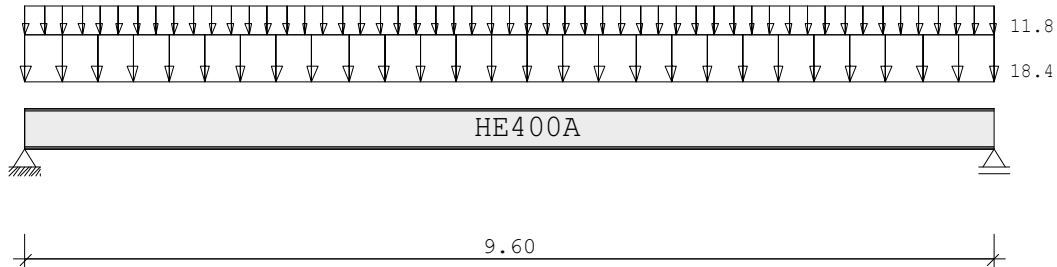
Der Stahlträger wird an den Lasteinleitungspunkten (Endauflager) verstärkt.



Position: 1-U01 - Unterzug (Stahl) im OG

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2024-1/P10)

Maßstab 1 : 75



Stahlträger S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
 E-Modul $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

System	Länge		Querschnittswerte				
Feld	L (m)		QNr.	I (cm ⁴)	W _o (cm ³)	W _u (cm ³)	
1	9.600	konstant	1	45070.0	2310.0	2310.0	HE400A

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Typ	EG	Gr	q l/r	q l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		18.360	11.820	1.000				

Eigengewicht des Trägers ist mit $\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0 =	M _f	M _{li}	M _{re}	V _{li}	V _{re}	komb
1	4.800	362.05	0.00	0.00	150.86	-150.86	2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	M _{li}	M _{re}	V _{li}	V _{re}	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	150.85	150.86	94.12	2
2	0.00	0.00	-150.85	0.00	150.86	94.12	2

Auflagerkräfte							(kN)
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min	
1	94.12	56.74	0.00	150.86	150.86	94.12	
2	94.12	56.74	0.00	150.86	150.86	94.12	
Summe:	188.24	113.47	0.00	301.71	301.71	188.24	

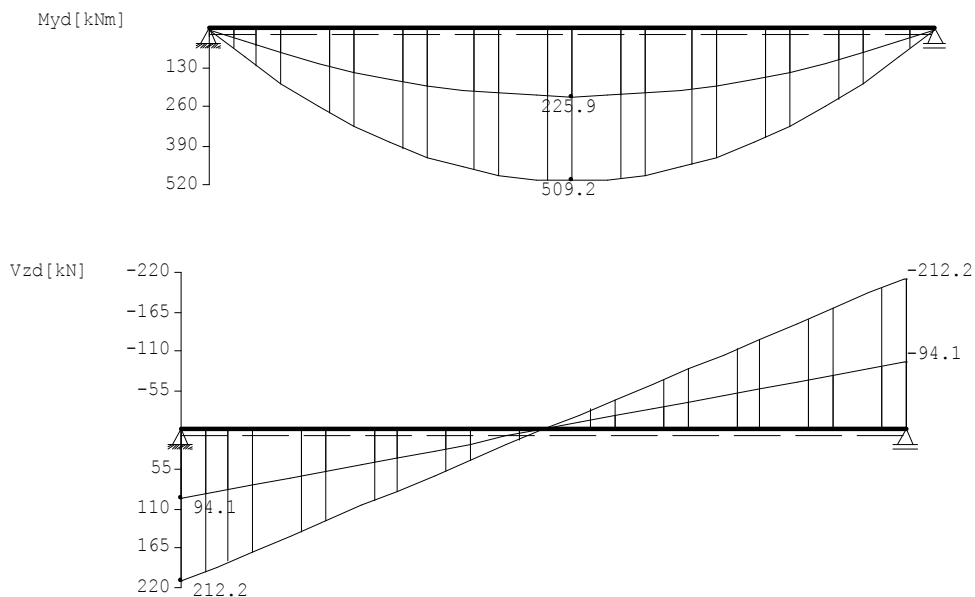
Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	94.1	94.1	94.1	94.1
A	56.7	0.0	56.7	0.0
Sum	150.9	94.1	150.9	94.1

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x_0	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	= 4.800	509.20	0.00	0.00	212.16	-212.16	A 2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	212.16	212.16	94.12	A 2
2	0.00	0.00	-212.16	0.00	212.16	94.12	A 2

Maßstab 1 : 100



Querschnitte S235 $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$

Art	Name	Npl	Mplyd	Vplzd	Mplzd	Vplyd
3	HE400A	3737	603	778	205	1547

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.1)

$\gamma_{M0} = 1.00$

Feld Nr.	x (m)	QNr.	My,ed (kNm)	Vz,ed (kN)	σ_v (N/mm ²)	τ	QKL	η	komb
1	0.000	1	0.0	212.2	95	55	1	0.40	A 2
	4.800	1	509.2	0.0	220	0	1	0.94	A 2
	9.600	1	0.0	-212.2	95	55	1	0.40	A 2

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.2)

$\gamma_{M0} = 1.00$

Feld Nr.	x (m)	My,ed (kNm)	Vz,ed (kN)	QKL (-)	ρ (-)	M,Rd (kNm)	η	komb
1	0.000	0.0	212.2	1	0.00	603.5	0.27	A 2
	4.800	509.2	0.0	1	0.00	603.5	0.84	A 2
	9.600	0.0	-212.2	1	0.00	603.5	0.27	A 2

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.
 Nachweis Biegedrillknicken ist nicht erforderlich.

Zulässige Durchbiegungen : im Feld $z_{ul} f = L / 300$
 charakteristische Kombination

Feld Nr.	x (m)	fg (cm)	ftot (cm)	f (cm)	zulf (cm)	η	komb
1	4.800	2.29	3.67	3.672	3.200	1.15!!	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:				1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L				2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Nr.	Feld	Typ	Grp		q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge	
1	1	1	A	1	18.36	11.82			1.00			

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten alle gleichzeitig alternierend mit $\gamma_{M0} = 1.00 / 1.35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Position: 1-U01 - N1 - Detailnachweis Auflagerpressung

Nachweis der Auflagerpressung auf der BSP-Wand

gewählt: KLH 7s 180 DQ

Auflagerkraft Auflager 1/2:

$$N_{0,d} = 1,35 \times 94,12 \text{ kN} + 1,5 \times 56,74 \text{ kN} = 213 \text{ kN}$$

Pressfläche = Nettofläche der Hirnholzflächen:

$$A_{ef} = b \times t = 0,30 \text{ m} \times 0,12 \text{ m} = 0,036 \text{ m}^2$$

$$b = 0,30 \text{ m (Trägerbreite)}$$

$$t = (0,03 + 0,03 + 0,03 + 0,03) \text{ m} = 0,12 \text{ m (Lagen mit Fasern parallel zu Lastrichtung)}$$

Nachweis:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{0,d}/A_{ef} \leq f_{c,0,d} = 0,9 \times 21 \text{ MN/m}^2 / 1,3 = 14,5 \text{ MN/m}^2 = 14500 \text{ kN/m}^2$$

$$213 \text{ kN} / 0,036 \text{ m}^2 = 5916,67 \text{ kN/m}^2 \leq 14500 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

Nachweis der Auflagerpressung auf der Stahlstütze:

gewählt: QRO 150X10 mm, S235

Auflagerkraft Auflager 1/2:

$$N_{0,d} = 1,35 \times 94,12 \text{ kN} + 1,5 \times 56,74 \text{ kN} = 213 \text{ kN}$$

Pressfläche = Fläche der Kopfplatte

$$A_{ef} = b \times t = 0,30 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} = 0,054 \text{ m}^2$$

$$b = 0,30 \text{ m (Länge der Kopfplatte)}$$

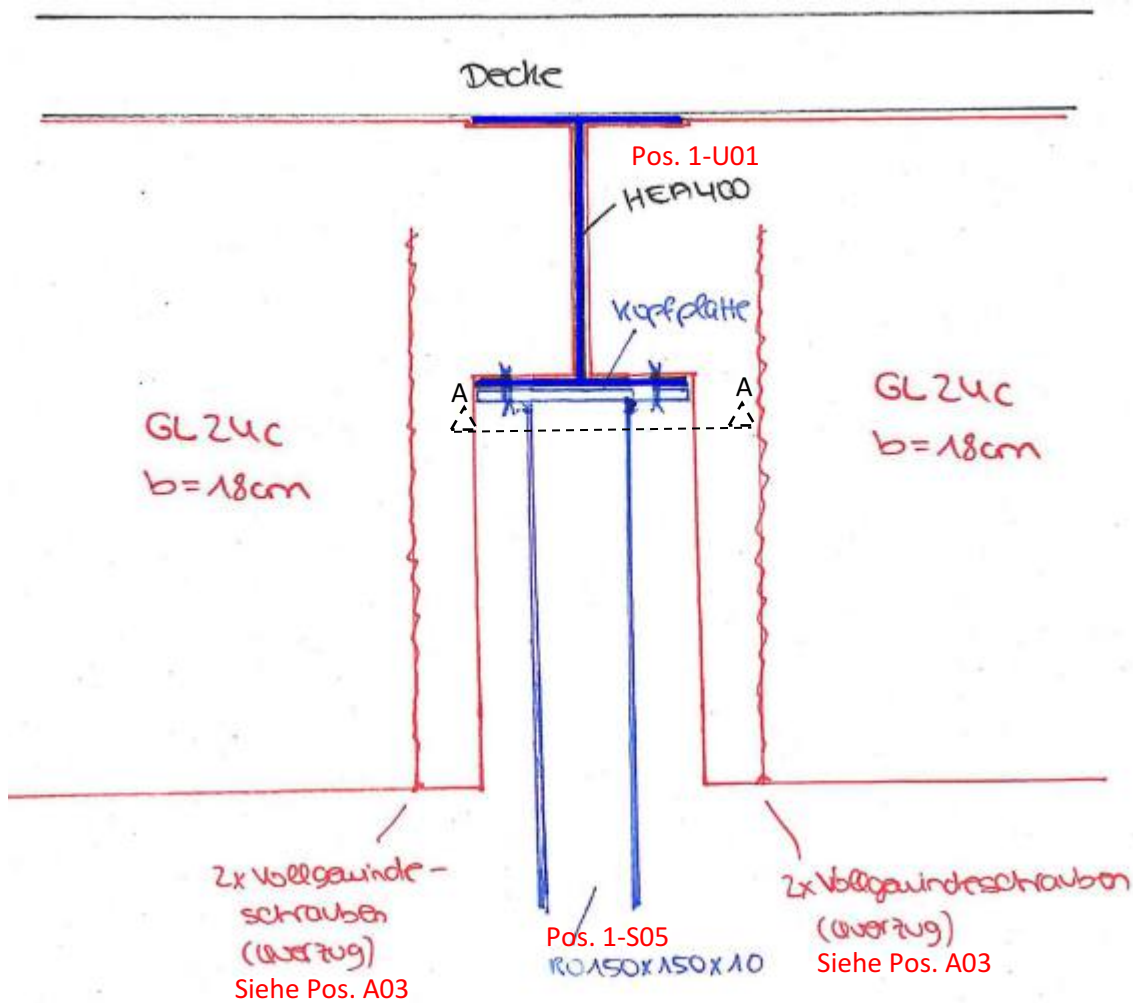
$$t = 0,18 \text{ m (Breite der Kopfplatte)}$$

Nachweis:

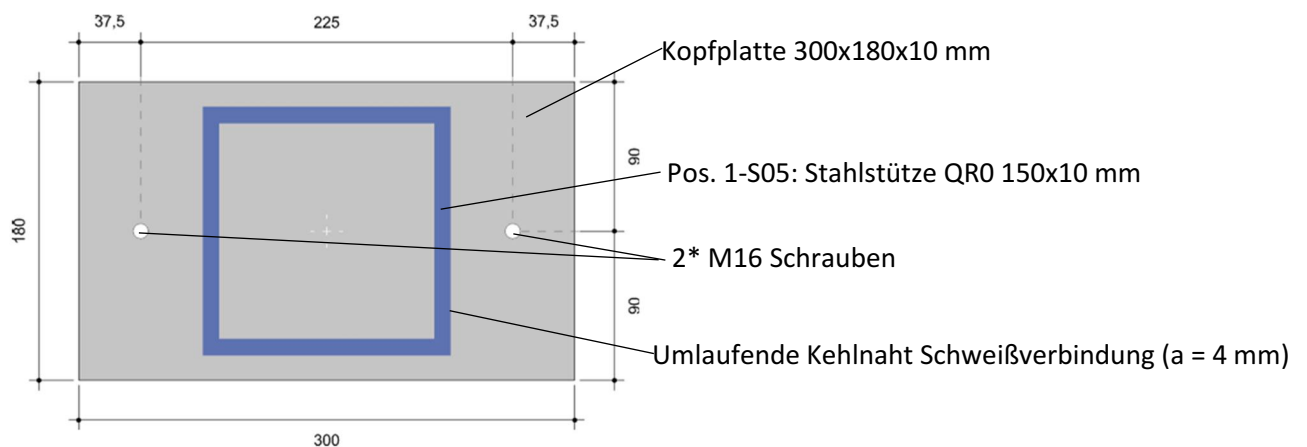
$$\sigma_{c,0,d} = N_{0,d}/A_{ef} \leq f_{c,0,d} = 235 \text{ MN/m}^2 / 1,0 = 235 \text{ MN/m}^2 = 235000 \text{ kN/m}^2$$

$$213 \text{ kN} / 0,054 \text{ m}^2 = 3944,4 \text{ kN/m}^2 \leq 235000 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

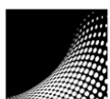
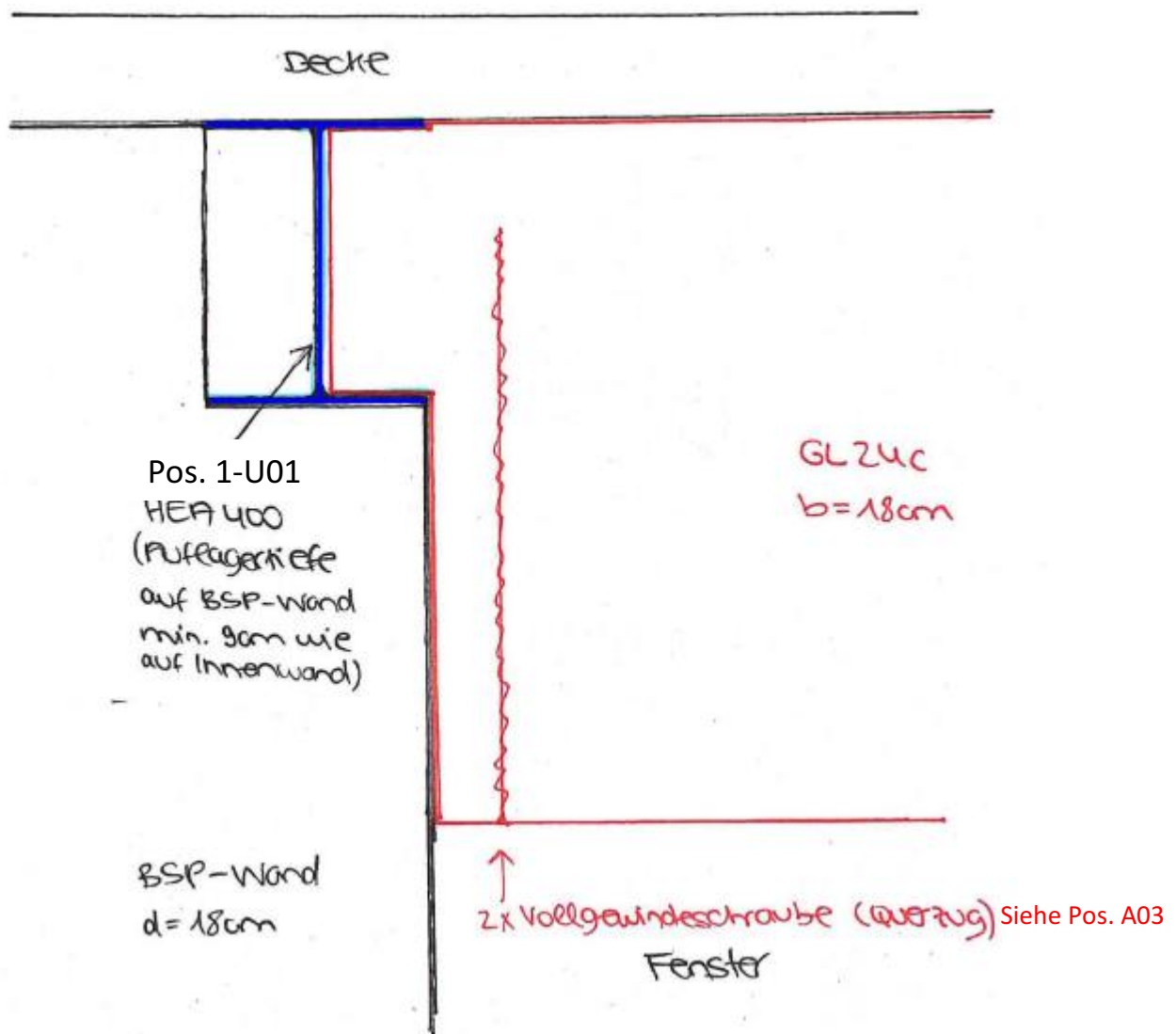
Position: A-02 - N1 - Auflagerdetail Pos. 1-U01 auf Pos. 1-S05



Schnitt A-A:



Position: A-02.1 - N1 - Auflagerdetail Pos. 1-U01 auf BSP-Wand



Position: 1-U02.1 - N1 - Unterzug (Holz) im OG

Geometrische Randbedingungen:

Einfeldträger (L):	3,95 m
Unterzugsbreite (b):	18 cm
Unterzugshöhe (h):	1,03 m
Auflagertiefe:	18 cm
Auflagerbreite	≥ 10 cm

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI 30
Gewählte Holzfestigkeit:	GL24c

Lastannahmen:

Streichlast aus Pos. 1-D01:	$g_k = 1,0 \text{ m} \times (2,0 \text{ kN/m}^2 + 0,16 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3)$ $= 2,80 \text{ kN/m}$ $q_k = 1,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ kN/m}^2 = 2,0 \text{ kN/m}$
aus Fassade (Metallvorhangfassade):	$g_k = 1,0 \text{ kN/m}$
aus Attika:	$g_k = 0,65 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 0,60 \text{ kN/m}$

Die Lagesicherheit auf der Brettspertholz wand ist konstruktiv durch den Zimmerer sicherzustellen bzw. in der Ausführungsplanung abzustimmen.

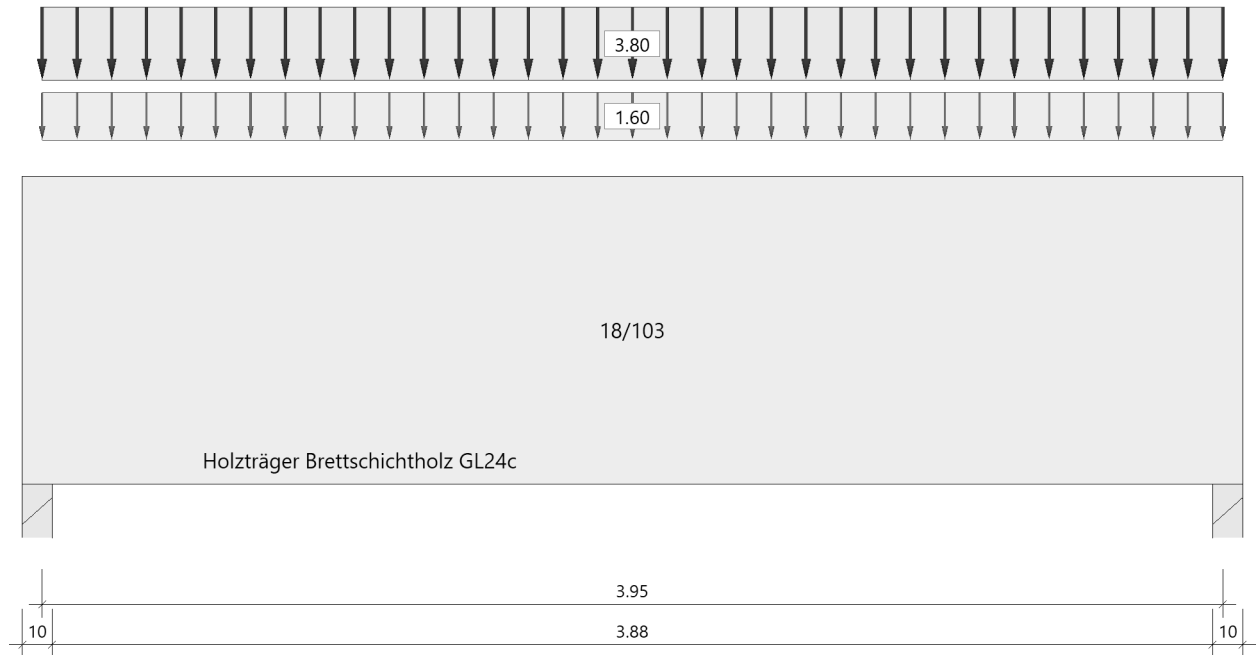
Position: 1-U02.1 - N1 - Unterzug (Holz) im OG

Mehrfeldträger Holz (x64) HTM+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P10)

Grundparameter

Holzträger Brettschichtholz GL24c (flachkant) DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Systembild



Material

Brettschichtholz GL24c (flachkant), gemäß EN 14080:2013

	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$E_{0,mean}$	$E_{90,mean}$	G_{mean}	ρ_k
	$f_{v,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$E_{0,05}$	$E_{90,05}$	G_{05}	ρ_m
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kg/m ³]
	24.00	17.00	0.50	11000	300	650	365
	3.50	21.50	2.50	9100	250	540	400
$f_{m,k}$	: charakteristischer Wert der Biegefestigkeit						
$f_{t,0,k}$	: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser						
$f_{t,90,k}$	: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser						
$E_{0,mean}$	: Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser						
$E_{90,mean}$	: Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser						
G_{mean}	: Mittelwert des Schubmoduls						
ρ_k	: charakteristischer Wert der Rohdichte						
$f_{v,k}$	: charakteristischer Wert der Schubfestigkeit						
$f_{c,0,k}$	: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser						
$f_{c,90,k}$	: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser						
$E_{0,05}$	: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser						
$E_{90,05}$	: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser						
G_{05}	: 5%-Fraktilwert des Schubmoduls						
ρ_m	: Mittelwert der Rohdichte						

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y	I_z	W_y	W_z	A
	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]
18/103	1639100	50060	31830	5562	1854.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	k _{c90}	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
							Φ _x [kNm/rad]	Φ _y [kNm/rad]	Φ _z [kNm/rad]
1	0.00	10.0	18.0	1.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.95	10.0	18.0	1.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.95		1.60		Nein	ständig		
	2	GL		3.95		3.80		Ja	Kat. A		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
 EG : Lasteinwirkung
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
 Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 366 kg mit Gamma = 5.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	V _{F,inf}	V _{F,sup}	KLED
ständig				1.00	1.35	
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Basis	:	EN 1995-1-1/A2:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ ₂ = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ _F (γ _{G,sup} oder γ _{G,inf})
KLED bei Wind	:	Mittelwert aus kurz und sehr kurz

Nutzungs-kategorie	1	:	geschlossen und beheizt
Heissbemessung		:	keine Vorgabe
Feuerwiderstandsklasse	R30	:	Abbrand allseitig
Abbrandraten nach Norm	=	:	0,70 mm/min
Schubspannungen	=	:	Tau mit vollem Q
Anfangsdurchbiegung	W _{inst}	=	l/300
Enddurchbiegung	W _{net,fin}	=	l/300
	W _{fin}	=	l/200

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η _{Biegung}	η _{Schub}	η _{c,90}	η _{Stabi}	η _{Verformung}
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.04	0.09	0.50	1)	
Tragfähigkeit	Brand	0.01	0.03	-	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch					0.01

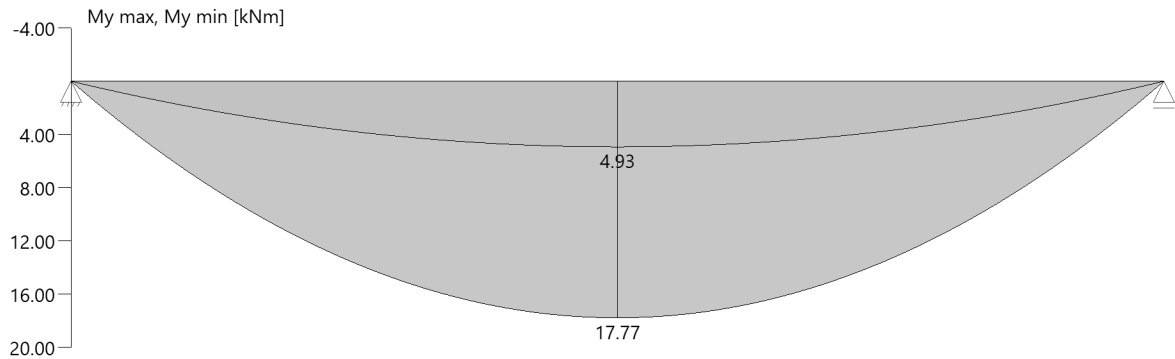
1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

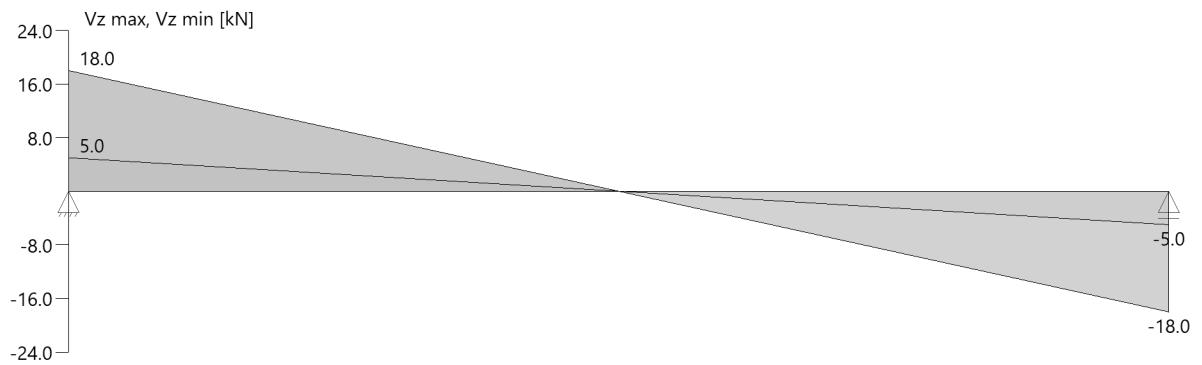
Bemessungssituation	Querschnitt	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	η _{Schub}	η _{Biegung}	η _{Stabi}
ständig/vorübergehend	18/103	18.0	17.77	0.09	0.04	
Brand	18/103	7.2	7.15	0.03	0.01	

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente

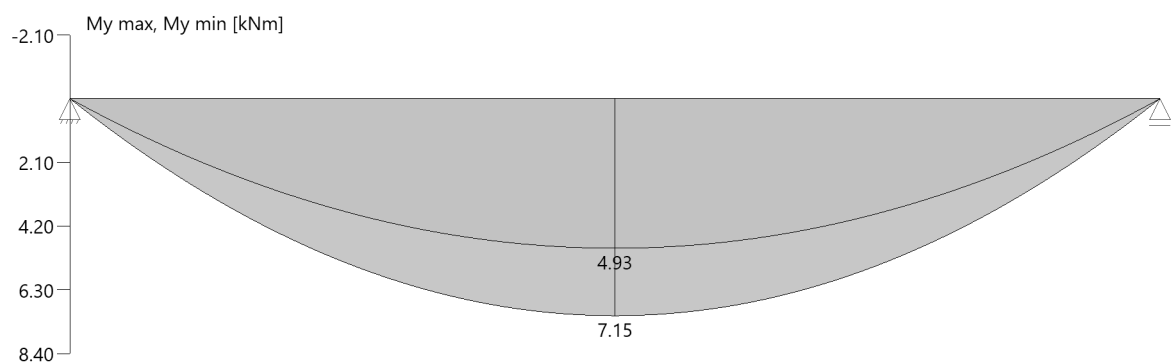


Umhüllende der Querkräfte

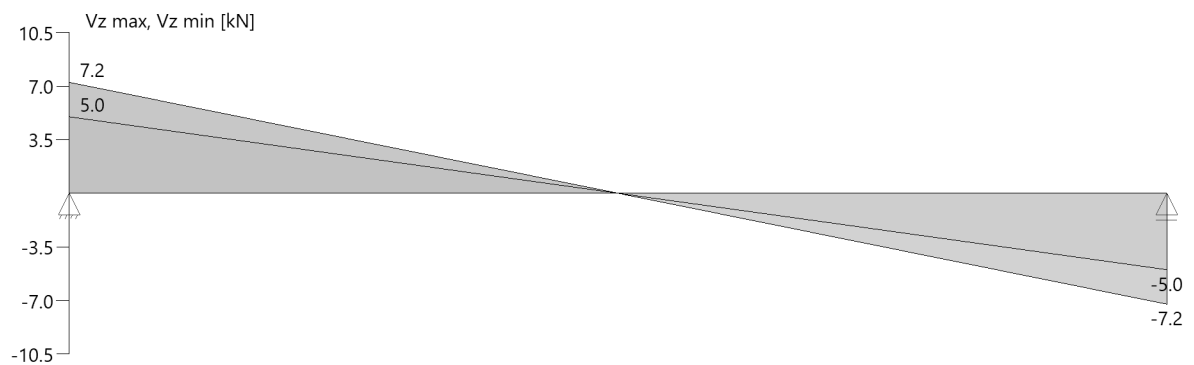


Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig Kat. A: Wohngebäude	4.99	4.99 7.50		
2	3.95	ständig Kat. A: Wohngebäude	4.99	4.99 7.50		

Position: 1-U02.1 - N1 - Detailnachweis Auflagerpressung

Nachweis der Auflagerpressung auf dem Stahlträger

gewählt: HEA 400, S235

Auflagerkraft Auflager 1/2:

$$N_{0,d} = 1,35 \times 4,99 \text{ kN} + 1,5 \times 7,50 \text{ kN} = 18 \text{ kN}$$

Auflagertiefe (t): = 18 cm (Unterzugsbreite)

Auflagerbreite (b): $\leq 10 \text{ cm}$ (gewählt)

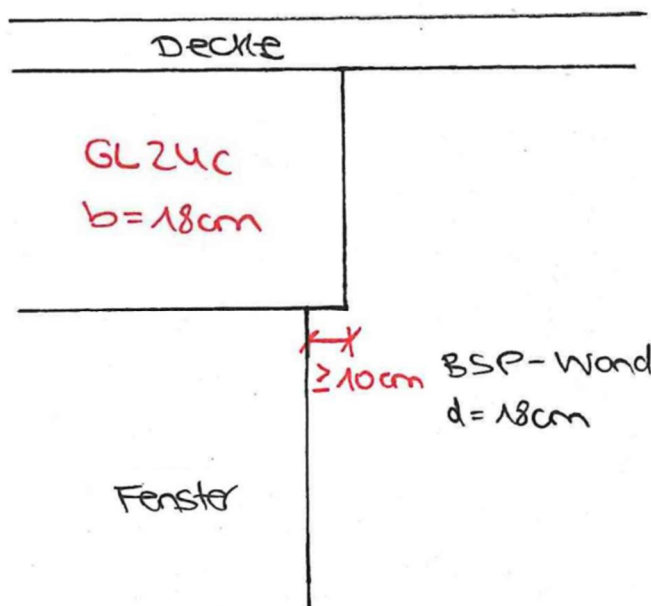
$$\begin{aligned} \text{Pressfläche} &= b \times t = 0,1 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \\ &= 0,018 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nachweis:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{0,d} / A_{ef} \leq f_{c,0,d} = 235 \text{ MN/m}^2 / 1,0 = 235 \text{ MN/m}^2$$

$$18 \text{ kN} / 0,018 \text{ m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 \leq 235000 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

Skizze:



Position: A-03 - N1 - Auflagerdetail Pos. 1-U02.1 auf Pos. 1-U01 (Ausklinkungsverstärkung)

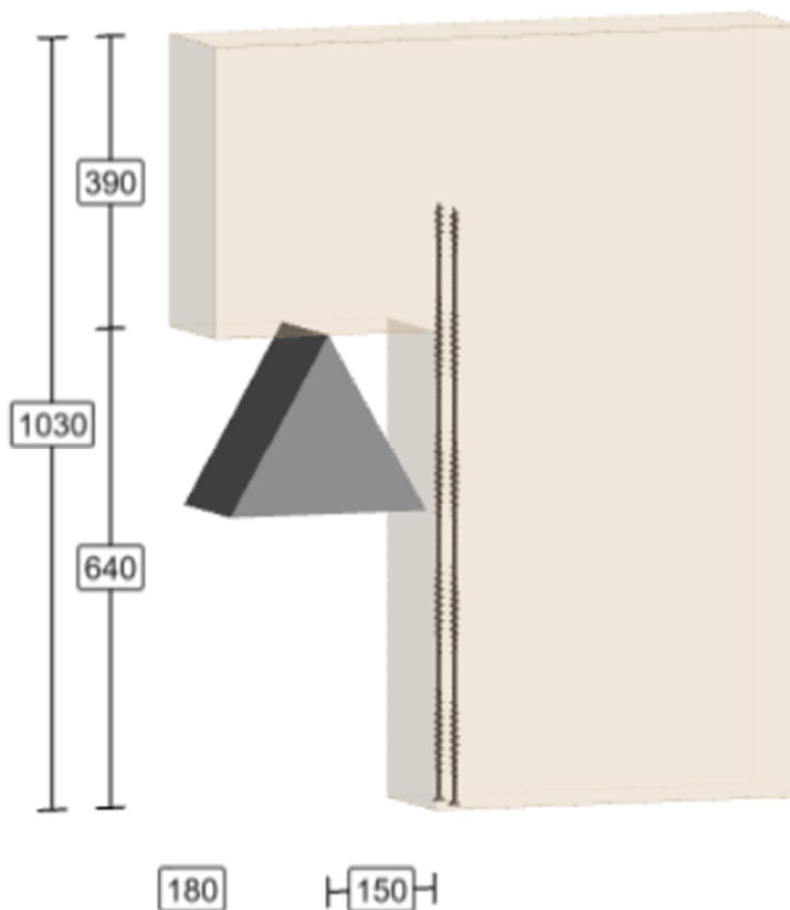
$$F_{Ed} = 1,35 \times 4,99 \text{ kN} + 1,5 \times 7,50 \text{ kN} = 18 \text{ Kn}$$

Gewählte Verstärkung:

2 x SPAX-Schraube 10x800 Vollgewinde mit CUT-Spitze oder glw.

Nachweis:

Siehe nachfolgende Seiten



Position: A-03 - N1 - Auflagerdetail Pos. 1-U02.1 auf Pos. 1-U01 (Ausklinkungsverstärkung)



SPAX Design Software v2.8.0

M08 - Ausklinkungsverstärkung

Projekt 1
M08 - Ausklinkungsverstärkung 1 / A11

VERSTÄRKUNGSSCHRAUBE

2 Stk. SPAX 10,0 x 800 mm

Vollgewinde bis annähernd Kopf - Spitze CUT

ETA-12/0114

Kopf	Stahl	Antrieb	Schachtelinhalt	SPAX-Nr.	EAN-Nr.
Senkkopf	WIROX A9J	T-STAR plus T 50	25 Stk.	1201011008005	4003530246258

PROJEKT

Name
Projekt 1
Adresse

Postleitzahl Stadt

Land

KUNDE

Name
Kundennummer

Adresse

Postleitzahl Stadt

Land

BEMESSUNGSNORM

DIN EN 1995-1-1:2010-12+A1+A2

Telefon

Fax

E-Mail

GEOMETRIE

Trägerbreite (b)	180 mm
Trägerhöhe (h)	1.030 mm
Auflagerabstand (x)	150 mm
Ausklinkungshöhe	640 mm
Rest-Trägerhöhe ($h_{e,f}$)	390 mm

MATERIALEIGENSCHAFTEN

Träger	Brettschichtholz
Festigkeitsklasse	GL24c
$f_{v,k}$	3,50 N/mm ²
ρ_k	365,00 kg/m ³

LASTEINWIRKUNGEN

Lasteinwirkung	18,0 kN
Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED)	Mittel
Nutzungsklasse	1

BEMESSUNGSBEIWERTE

k_{mod}	0,80
$\gamma_M(Balken)$	1,30
$\gamma_M(f_{t,d})$	1,30
$\gamma_M(R_{a,x,d})$	1,30

EIGENSCHAFTEN DER SCHRAUBE

Schraubenanordnung	Oberflächenbündig	d_1	10,0 mm	$f_{ax,k}$	11,50 N/mm ²
Einschraubrichtung	Unterseite	L	800 mm	$f_{t,k}$	28,00 kN



SPAX Design Software v2.8.0

M08 - Ausklinkungsverstärkung

BEMESSUNG

Auszieh Widerstand unterhalb der Querzugebene

$f_{ax,k}$	11,50 N/mm^2
$l_{ef,1}$	640,00 mm
ρ_k	365,00 kg/m^3
$R_{ax,k,1} = f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef,1} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8}$	76,11 kN
k_{mod}	0,80
γ_M	1,30
$R_{ax,d,1} = R_{ax,k,1} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	46,84 kN

Auszieh Widerstand oberhalb der Querzugebene

$f_{ax,k}$	11,50 N/mm^2
$l_{ef,2}$	160,00 mm
ρ_k	365,00 kg/m^3
$R_{ax,k,2} = f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef,2} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8}$	19,03 kN
k_{mod}	0,80
γ_M	1,30
$R_{ax,d,2} = R_{ax,k,2} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	11,71 kN

Zugtragfähigkeit

$f_{t,k}$	28,00 kN
γ_M	1,30
$f_{t,d} = \frac{f_{t,k}}{\gamma_M}$	21,54 kN

Nachweis

$\alpha = h_{ef}/h$	0,38
V_d	18,00 kN
$F_{t,90,d} = 1,3 \cdot V_d \cdot [3 \cdot (1 - \alpha)^2 - 2 \cdot (1 - \alpha)^3]$	15,88 kN
$R_{ax,d} = \min\{R_{ax,d,1}; R_{ax,d,2}; f_{t,d}\}$	11,71 kN
$n_{ef} = n^{0,9}$	1,87
$\eta = \frac{F_{t,90,d}}{n_{ef} \cdot R_{ax,d}}$	72,66 %



SPAX Design Software v2.8.0

M08 - Ausklinkungsverstärkung

Schubnachweis am Restquerschnitt

V_d	18,00 kN
$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{b \cdot h_{ef}}$	0,38 N/mm ²
$f_{v,k}$	3,50 N/mm ²
k_{cr}	0,71
k_{mod}	0,80
γ_M	1,30
$f_{v,d} = k_{cr} \cdot k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} (*)$	1,54 N/mm ²
$\eta = \frac{\tau_d}{f_{v,d}}$	25,00 %

(*) k_{cr} wurde nicht an der effektiven Trägerbreite b_{ef} sondern bei dem Bemessungswert der Schubfestigkeit berücksichtigt

MINDESTABSTÄNDE

Abstand	Min.	Vorhanden
$a_2 = 2,5 \cdot d_1$	= 25 mm	≤ 60 mm
$a_{3,c} = 5 \cdot d_1$	= 50 mm	≤ 50 mm
$a_{4,c} = 3 \cdot d_1$	= 30 mm	≤ 60 mm

SPAX Design Software v2.8.0
M08 - Ausklinkungsverstärkung



HINWEISE

1. Bemessung nach DIN EN 1995-1-1:2010-12+A1+A2 und den jeweiligen Nationalen Anhängen und ETA-12/0114
2. Ermittlung der Zugkraft nach DIN EN 1995-1-1 NA 2013-08 § NCI NA.6.8.3, Gleichung (NA.77)
3. Die charakteristischen Werte der verwendeten Hölzer entsprechen EN 338:2009 (Vollholz / Konstruktionsvollholz) und EN 14080:2013 (Brettschichtholz), bzw. der nationalen Vorgaben.
4. Die Schrauben sind, soweit nicht anders angegeben, ohne Vorbohren einzuschrauben.
5. Die Berechnung, die Anordnung, die Menge der Schrauben und andere Inhalte beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von SPAX, die in der SPAX Design Software aufgezeigt werden.
6. Die Schrauben dürfen nur für vorwiegend ruhende Belastungen verwendet werden.
7. Der Querdrucknachweis am Auflager ist separat zu führen.
8. Die Auswahl einer längeren Schraube kann aus konstruktiven Gründen empfehlenswert sein.
9. Alle Berechnungen müssen vor der Ausführung vom verantwortlichen Tragwerksplaner geprüft und freigegeben werden.

WICHTIG

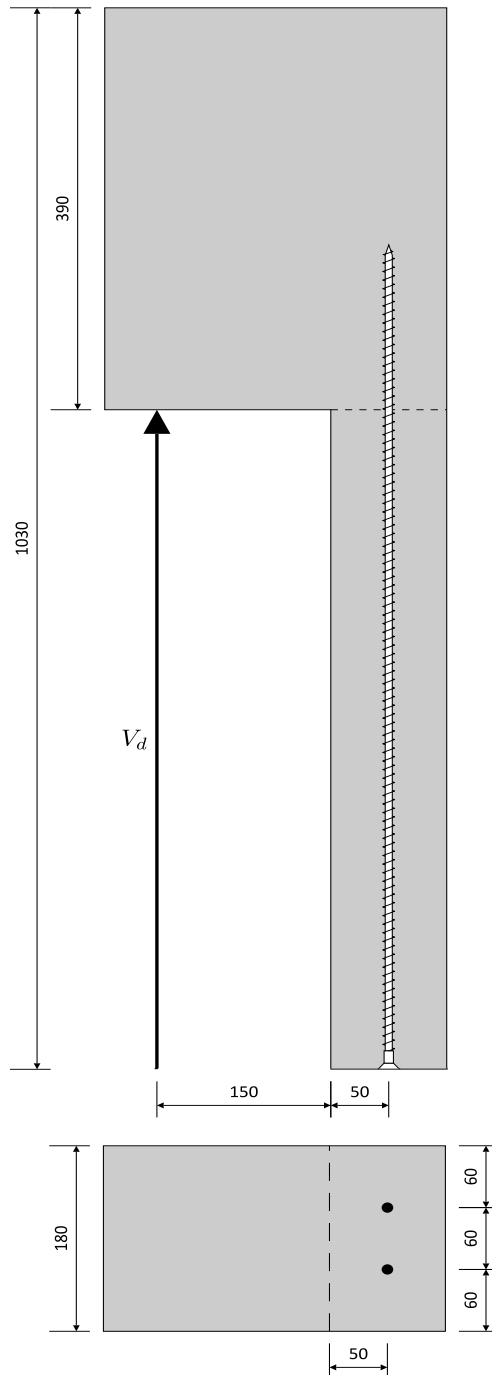
Die in der SPAX Design Software angegebenen Maße sind in der Ergebnisausgabedatei nochmals auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Desweiteren sind die empfohlenen Werte, Art und Anzahl der Schrauben eine Planungshilfe, die durch autorisierte Planer und Architekten auf ihre Richtigkeit geprüft werden müssen. Die jeweils gültige Nutzungsvereinbarung, die Datenschutzerklärung und die Allgemeinen Geschäftsbedingungen liegen zu Grunde und wurden vom Nutzer vor dem Start der SPAX Design Software anerkannt.



SPAX Design Software v2.8.0

M08 - Ausklünnungsverstärkung



[mm]

Position: 1-U02.2 - N1 - Unterzug (Holz) im OG

Geometrische Randbedingungen:

Einfeldträger (L):	2,25 m
Unterzugsbreite (b):	18 cm
Unterzugshöhe (h):	1,03 m
Auflagertiefe:	18 cm
Auflagerbreite	≤ 10 cm

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI 30
Gewählte Holzfestigkeit:	GL24c

Lastannahmen:

Streichlast aus Pos. 1-D01:	$g_k = 1,0 \text{ m} \times (2,0 \text{ kN/m}^2 + 0,16 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3)$ $= 2,80 \text{ kN/m}$ $q_k = 1,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ kN/m}^2 = 2,0 \text{ kN/m}$
aus Fassade (Metallvorhangfassade):	$g_k = 1,0 \text{ kN/m}$
aus Attika:	$g_k = 0,65 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 0,60 \text{ kN/m}$

Die Lagesicherheit auf der Brettsper Holzwand ist konstruktiv durch den Zimmerer sicherzustellen bzw. in der Ausführungsplanung abzustimmen.

Bemessung:

Die Bemessung erfolgt analog Pos. 1-U02.1.

Position: 1-U03 - N1 - Unterzug (Holz) im OG

Geometrische Randbedingungen:

Einfeldträger (L):	4,20 m
Unterzugsbreite (b):	18 cm
Unterzugshöhe (h):	1,03 m
Auflagertiefe:	18 cm
Auflagerbreite	≤ 10 cm

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI 30
Gewählte Holzfestigkeit:	GL24c

Lastannahmen:

Streichlast aus Pos. 1-D01:	$g_k = 1,0 \text{ m} \times (2,0 \text{ kN/m}^2 + 0,16 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3)$ $= 2,80 \text{ kN/m}$ $q_k = 1,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ kN/m}^2 = 2,0 \text{ kN/m}$
aus Fassade (Metallvorhangfassade):	$g_k = 1,0 \text{ kN/m}$
aus Attika:	$g_k = 0,65 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 0,60 \text{ kN/m}$

Die Lagesicherheit auf der Brettsperrholzwand ist konstruktiv durch den Zimmerer sicherzustellen bzw. in der Ausführungsplanung abzustimmen.

Bemessung

Bemessung erfolgt analog Pos. 1-U02.1.

Position: 1-U04 - Unterzug (Holz) im OG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]:	18/40 cm
Stützweite [L]:	2,70 m
Auflagertiefe:	15 cm

Lastannahmen:

aus Pos. 1-D01:	$g_k = 5,5 \text{ kN/m}$ $q_k = 4,1 \text{ kN/m}$
aus Fassade (Metallvorhangfassade):	$g_k = 1,0 \text{ kN/m}$
aus Attika:	$g_k = 0,65 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 0,60 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

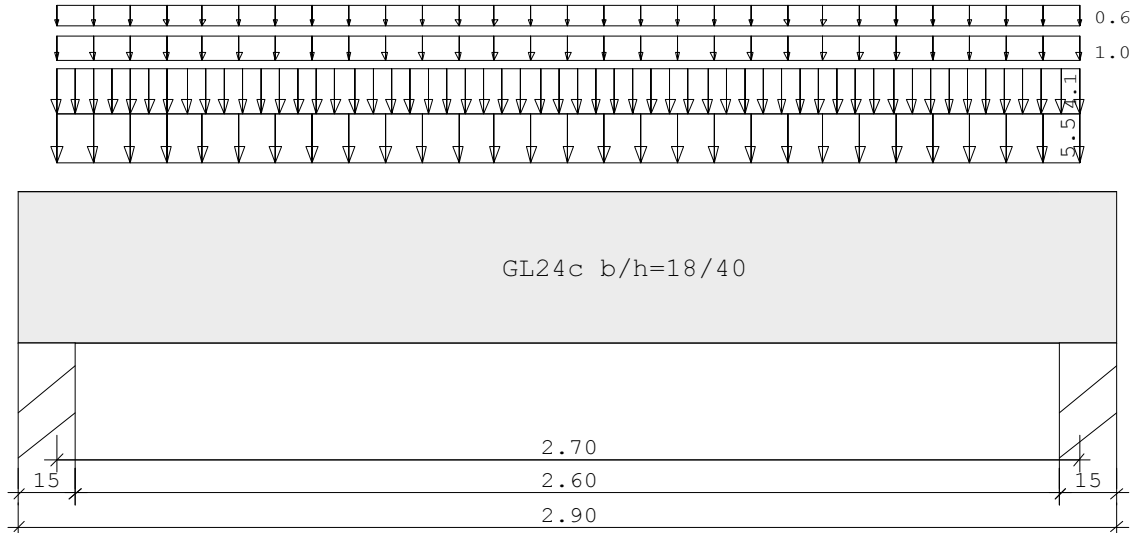
Nutzungsklasse:	1
gewählte Holzfestigkeit:	GL24c

Die Anschlüsse zur Lagesicherung an die Brettsperrholzwand sind durch den Zimmerer sicherzustellen.

Position: 1-U04 - Unterzug (Holz) im OG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 20



Holzträger System	GL24c Länge	Querschnittswerte			
Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	Iv (cm ⁴)
1	2.70		18.0	40.0	96000.0

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Tvp	EG	Gr	a	l/r	q	l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		5.50	4.10	1.00					1-D01	
	1	A		1.00	0.00	1.00					Fassade	
	1	A		0.60	0.00	1.00					Attika	

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 5.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	v	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammaflächen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum	(kNm , kN)						
Feld	x0	=	Mf	M li	M re	V li	V re komb
1			1.35	10.53	0.00	0.00	15.61 -15.61 2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)						
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F komb
1	0.00	0.00	0.00	15.61	15.61	10.07 2
2	0.00	0.00	-15.61	0.00	15.61	10.07 2

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	10.07	5.54	0.00	15.61	15.61	10.07
2	10.07	5.54	0.00	15.61	15.61	10.07
Summe:	20.14	11.07	0.00	31.21	31.21	20.14

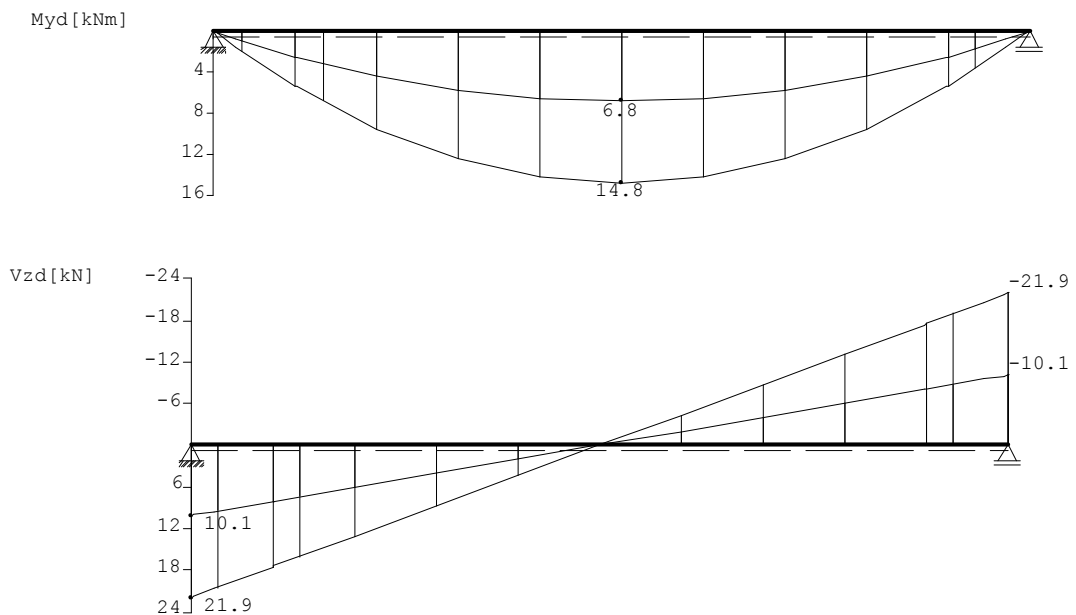
Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	10.1	10.1	10.1	10.1
A	5.5	0.0	5.5	0.0
Sum	15.6	10.1	15.6	10.1

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	1.35	14.78	0.00	0.00	21.90	-21.90	A 2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	21.90	21.90	10.07	A 2
2	0.00	0.00	-21.90	0.00	21.90	10.07	A 2

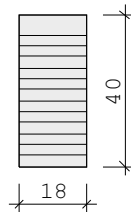
Maßstab 1 : 25



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 GL24c
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 14080:2013

Nutzungsstufe 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$E_{mean} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 65 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k,My} = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k,Mz} = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k,Vz} = 3.5 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k,Vy} = 3.5 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 18/40$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	1.35	14.78	-3.08	3.08	1.00	0.80	0.20	A 2
	2.70	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $kh = 1.04$ nach EN 1995 3.3 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 18/40$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	0.450	14.60	0.30	0.80	0.20	A 2
2 li	0.450	-14.60	0.30	0.80	0.20	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.71$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,d}$ (N/mm ²)	η	komb
1	15.0	18.0	21.9	0.80	1.50	0.68	1.54	0.29	A 2
2	15.0	18.0	21.9	0.80	1.50	0.68	1.54	0.29	A 2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3, 7.2)

$zul w_{inst} < L/300$

$zul w_{fin} < L/200$

$zul w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (mm)	wqB (mm)	w (mm)	zul w (mm)	η	
1	1350	inst:	0.5	0.3	0.8	9.0	0.08	2
		fin:	0.8	0.3	1.1	13.5	0.08	2
		net:	0.8	0.1	0.9	9.0	0.10	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L					
Nr. Feld Typ Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge	
1 1 1 A 2	5.50	4.10			1.00			
2 1 1 A 1	1.00	0.00			1.00			
3 1 1 A 1	0.60	0.00			1.00			

Gerechnete Kombinationen aus 3 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	.
3	.	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.80	0.00	0.80	0.00	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld Nr.	x (m)	b (cm)	d (cm)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$	k_{crit}	k_{mod}	ϕ	M	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1
	1.35	14.9	36.9	7.92	-2.34	2.34	1.00	1.00	0.09b			A 2
	2.70	14.9	36.9	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b			A 2

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	0.426	6.89	0.19	0.60	0.09	1
2 li	0.426	-6.89	0.19	0.60	0.09	1
EN 1995	6.1.7 : kcr	=	0.71			

Position: 1-U05 - Sturz (Holz) im OG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]: 18/>90 cm

Die Bemessung des Sturzes (BSP) wird für einen Ersatzquerschnitt durchgeführt, bei welchem nur die horizontalen Lamellen der Wand angesetzt werden.

Ersatzquerschnitt [b/h]: 6/>90 cm
(0,02 m + 0,02 m + 0,02 m = 0,06 m)

max. Stützweite [L]: 1,70 m

Lastannahmen:

aus Pos. 1-D02: $g_k = 8,5 \text{ kN/m}$
 $q_k = 5,3 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

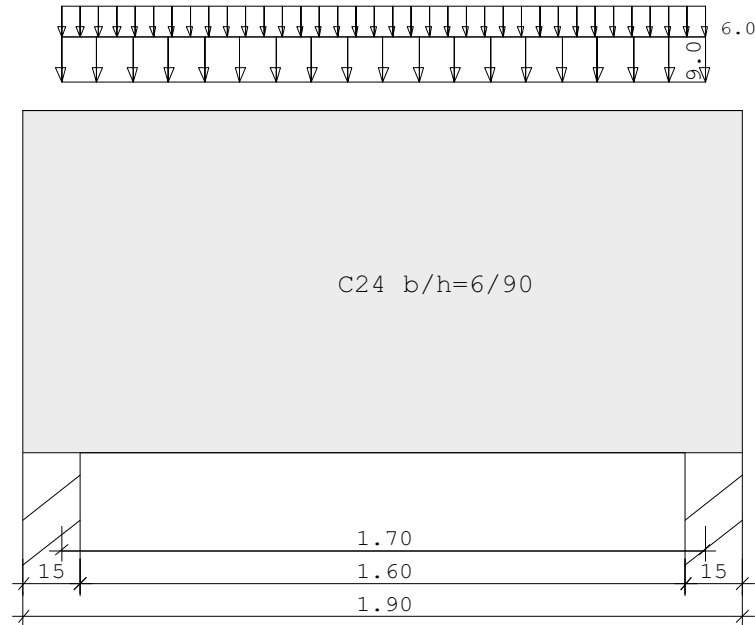
Nutzungsklasse: 1
gewählte Holzfestigkeit: C24 (KLH 7s 180 DQ)

Die Anschlüsse zur Lagesicherung an die Brettsper Holz wand sind durch den Zimmerer sicherzustellen.

Position: 1-U05 - Sturz (Holz) im OG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 20



Holzträger System	C24 Länge	Querschnittswerte			
Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	I _y (cm ⁴)
1	1.70	konstant	6.0	90.0	364500.0

Feld 1 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L				
		Feld Typ EG Gr	a l/r	a l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A	9.00	6.00	1.00			1-D02	

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 6.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	v	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0	=	Mf	M li	M re	V li	V re komb
1		0.85	5.54	0.00	0.00	13.03	-13.03 2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)						
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F komb
1	0.00	0.00	0.00	13.03	13.03	7.93 2
2	0.00	0.00	-13.03	0.00	13.03	7.93 2

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	7.93	5.10	0.00	13.03	13.03	7.93
2	7.93	5.10	0.00	13.03	13.03	7.93
Summe:	15.85	10.20	0.00	26.05	26.05	15.85

Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	7.9	7.9	7.9	7.9
A	5.1	0.0	5.1	0.0
Sum	13.0	7.9	13.0	7.9

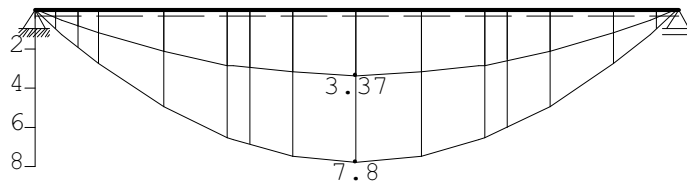
Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	0.85	7.80	0.00	0.00	18.35	-18.35	A 2

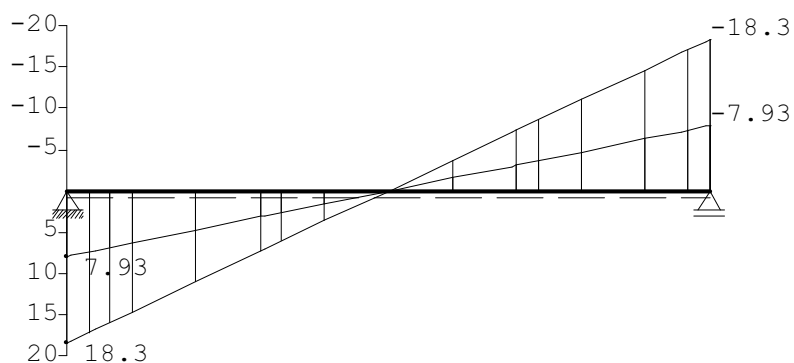
Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	18.35	18.35	7.93	A 2
2	0.00	0.00	-18.35	0.00	18.35	7.93	A 2

Maßstab 1 : 20

M_{yd} [kNm]



V_{zd} [kN]



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016

Nutzungsklasse 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$E_{mean} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 69 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k,My} = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k,Mz} = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k,Vz} = 4.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k,Vy} = 4.0 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 6/90$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	0.85	7.80	-0.96	0.96	1.00	0.80	0.07	A 2
	1.70	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 6/90$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	0.950	-2.16	0.06	0.80	0.05	A 2
2 li	0.950	2.16	0.06	0.80	0.05	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,d}$ (N/mm ²)	η	komb
1	15.0	6.0	18.3	0.80	1.50	1.70	1.54	0.74	A 2
2	15.0	6.0	18.3	0.80	1.50	1.70	1.54	0.74	A 2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3, 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)	wgB (mm)	wqB (mm)	w (mm)	zul w (mm)	η	
1	850	inst: 0.0	0.0	0.0	5.7	0.01	2
		fin: 0.0	0.0	0.1	8.5	0.01	2
		net: 0.0	0.0	0.0	5.7	0.01	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:			1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Nr.	Feld	Typ	Grp	α1	α1	α2	α2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 1	9.00	6.00			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
 je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
 vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
 Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.80	0.80	0.80	0.00	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld	x	b	d	$M_{y,d}$	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k_{crit}	k_{mod}	ϕM	$\sigma_d / f_{m,d}$	komb
Nr.	(m)	(cm)	(cm)	(kNm)	(N/mm ²)						
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1
	0.85	-0.2	86.9	4.02	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b	0.00b	A 2
	1.70	-0.2	86.9	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b	0.00b	A 2

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze	x	$V_{z,d}$	τ_D	k_{mod}	$\tau_d / f_{v,d}$	komb
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)			
1 re	0.926	-0.71	0.00	0.60	0.00	1
2 li	0.926	0.71	0.00	0.60	0.00	1

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

Position: 0-U01 - Unterzug (Holz) Fahrzeughalle

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]: 22/120 cm

Stützweite [L]: 12,68 m

Auflagertiefe (Stütze bzw. BSP-Wand/Unterzug): 0,18 m

Der Unterzug ist durch den Anschluss der Brettsper Holzdecke kontinuierlich gehalten. Es besteht somit keine Biegedrillknickgefahr.

Anschluss an Brettsper Holzdecke: konstruktiv mit Oberflansch verschrauben

Lastannahmen:

aus Pos. 0-D01: $g_k = 19,10 \text{ kN/m}$

$q_k = 9,90 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse: 1

Feuerwiderstand: R30

gewählte Holzfestigkeit: GL28c

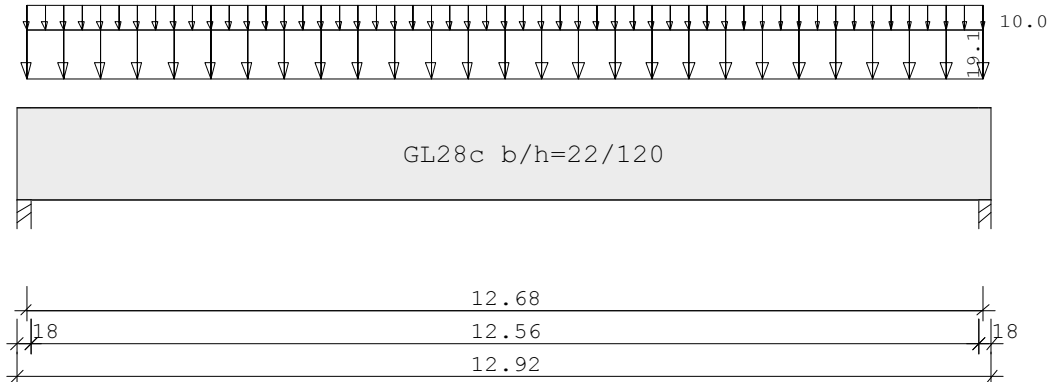
Der Anschluss an die Stütze Pos. 0-S01 wird im Rahmen der Ausführungsplanung nachgereicht.

Der Anschluss an den Unterzug Pos. 0-U02 und seitlich an die Brettsper Holzwand bzw. der Anschluss auf der Brettsper Holz sind konstruktiv zur Lagesicherung durch den Zimmerer sicherzustellen bzw. in der Ausführungsplanung abzustimmen.

Position: 0-U01 - Unterzug (Holz) Fahrzeughalle

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 100



Holzträger System	GL28c Länge	Querschnittswerte			
Feld 1	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	Iv (cm ⁴)
	12.68		22.0	120.0	3.168e+6
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			
		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			

Feld	Typ	EG	Gr	q	I/r	q	I/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		19.10	10.00	1.00						

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 5.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	v	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0	=	Mf	M li	M re	V li	V re komb
1		6.34	611.38	0.00	0.00	192.86	-192.86 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	192.86	192.86	129.46	2
2	0.00	0.00	-192.86	0.00	192.86	129.46	2

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	129.46	63.40	0.00	192.86	192.86	129.46
2	129.46	63.40	0.00	192.86	192.86	129.46
Summe:	258.93	126.80	0.00	385.73	385.73	258.93

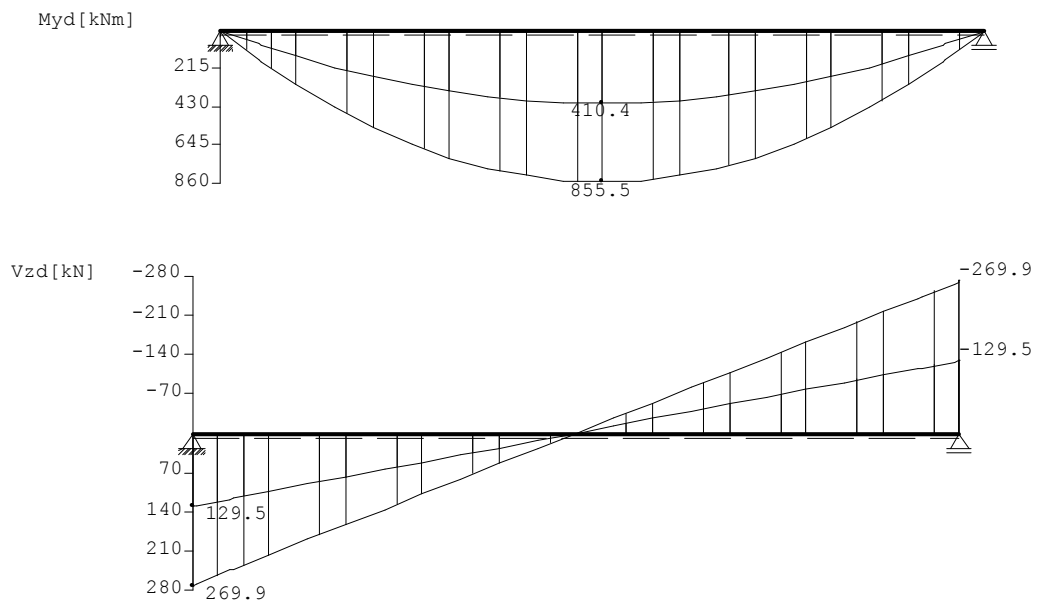
Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	129.5	129.5	129.5	129.5
A	63.4	0.0	63.4	0.0
Sum	192.9	129.5	192.9	129.5

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	6.34	855.50	0.00	0.00	269.87	-269.87	A 2

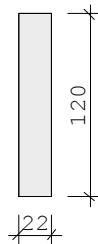
Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	269.87	269.87	129.46	A 2
2	0.00	0.00	-269.87	0.00	269.87	129.46	A 2

Maßstab 1 : 125



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 GL28c
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 14080:2013
 Nutzungsklasse 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$E_{mean} = 1250 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 65 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k}, M_y = 28.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k}, M_z = 28.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k}, V_z = 3.5 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k}, V_y = 3.5 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 22/120$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	6.34	855.50	-16.20	16.20	1.00	0.80	0.94	A 2
	12.68	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.3 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 22/120$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	1.260	216.24	1.23	0.80	0.80	A 2
2 li	1.260	-216.24	1.23	0.80	0.80	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.71$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,d}$	η	komb
1	18.0	22.0	269.9	0.80	1.75	5.84	1.54	2.17 !!	A 2
2	18.0	22.0	269.9	0.80	1.75	5.84	1.54	2.17 !!	A 2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3 , 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (mm)	wqB (mm)	w (mm)	zul w (mm)	η	
1	6340	inst:	17.4	8.5	25.9	42.3	0.61	2
		fin:	27.8	10.0	37.8	63.4	0.60	2
		net:	27.8	4.1	31.9	42.3	0.75	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:		1=Gleichlast über L		2=Einzellast bei a		3=Einzelmoment bei a		4=Trapezlast von a - a+b		5=Dreieckslast über L		6=Trapezlast über L	
Nr.	Feld	Typ	Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge				
1	1	1	A 1	19.10	10.00			1.00						

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
 je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
 vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
 Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.70	0.70	0.70	0.70	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld	x	b	d	$M_{y,d}$	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k_{crit}	k_{mod}	ϕM	$\sigma_d / f_{m,d}$	komb
Nr.	(m)	(cm)	(cm)	(kNm)	(N/mm ²)						
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1
	6.34	17.8	115.8	470.69	-11.83	11.83	1.00	0.94	0.39a		A 2
	12.68	17.8	115.8	0.00	0.00	0.00	1.00	0.94	0.00a		A 2

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze	x	$V_{z,d}$	τ_D	k_{mod}	$\tau_d / f_{v,d}$	komb
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)			
1 re	1.218	104.59	0.84	0.60	0.39	1
2 li	1.218	-104.59	0.84	0.60	0.39	1

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.71$

Position: 0-U01 - Detailnachweis Auflagerpressung

Nachweis der Auflagerpressung auf der BSP-Wand

gewählt: KLH 7s 180 DQ

Auflagerkraft:

$$N_{0,d} = 1,35 \times 129,5 \text{ kN} + 1,5 \times 63,4 \text{ kN} = 270 \text{ kN}$$

Pressfläche = Nettofläche der Hirnholzflächen:

$$A_{ef} = b \times t = 0,22 \text{ m} \times 0,12 \text{ m} = 0,0264 \text{ m}^2$$

$$b = 0,22 \text{ m (Trägerbreite)}$$

$$t = (0,03 + 0,03 + 0,03 + 0,03) \text{ m} = 0,12 \text{ m (Lagen mit Fasern parallel zu Lastrichtung)}$$

Nachweis:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{0,d} / A_{ef} \leq f_{c,0,d} = 0,9 \times 21 \text{ MN/m}^2 / 1,3 = 14,5 \text{ MN/m}^2 = 14500 \text{ kN/m}^2$$

$$270 \text{ kN} / 0,0264 \text{ m}^2 = 10227,3 \text{ kN/m}^2 \leq 14500 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

Nachweis der Auflagerpressung auf der Stütze Pos. 0-S01

siehe Position 0-S01

Position: A-04 - Auflagerdetail Pos. 0-U01 auf 0-S01 (Auflagerverstärkung)

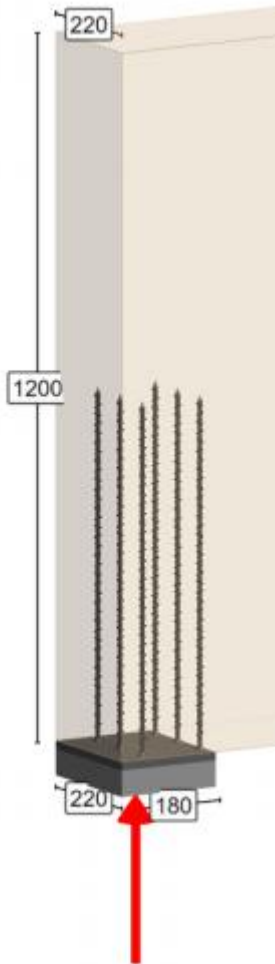
Auflagerkraft Auflager 1:

$$F_{Ed} = 1,35 \times 129,5 \text{ kN} + 1,5 \times 63,4 \text{ kN} = 270 \text{ kN}$$

gewählte Verstärkung:

Stahlplatte + 6x SPAX Schraube 12x600 Vollgewinde mit CUT-Spitze oder glw.

Nachweis siehe nachfolgende Seiten



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdrukverstärkung



Projekt 11
Auflagerverstärkung 0-U01

VERSTÄRKUNGSSCHRAUBE - ENDAUFLAGER

2 x 3 Stk. SPAX 12,0 x 600 mm

Vollgewinde bis annähernd Kopf - Spitze CUT
ETA-12/0114

Kopf	Stahl	Antrieb	Schachtelinhalt	SPAX-Nr.	EAN-Nr.
Senkkopf	WIROX A9J	T-STAR plus T 50	20 Stk.	1201011206005	4003530246357

PROJEKT

Name
Projekt 11

Adresse

Postleitzahl Stadt

Land

KUNDE

Name

Kundennummer

Adresse

Postleitzahl Stadt

Land

BEMESSUNGSNORM

DIN EN 1995-1-1:2010-12+A1+A2

Telefon

Fax

E-Mail

GEOMETRIE

Trägerbreite (b)	220 mm
Trägerhöhe (h)	1.200 mm
Auflagerlänge (l_b)	180 mm
Auflagerbreite (b_b)	220 mm
Abstand vom Stahlplattenrand (a_p)	60 mm

MATERIALEIGENSCHAFTEN

Träger	Brettschichtholz
Festigkeitsklasse	GL28c
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
ρ_k	390,00 kg/m ³

LASTEINWIRKUNGEN

Lasteinwirkung	270,0 kN
Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED)	Kurz
Nutzungsstufe	1

BEMESSUNGSBEIWERTE

k_{mod}	0,90
$\gamma_M (Balken)$	1,30
$\gamma_M (F_{ki,d})$	1,10
$\gamma_M (R_{ax,d})$	1,30
$k_{c,90}$	1,75

EIGENSCHAFTEN DER SCHRAUBE

d_1	12,0 mm	$f_{ax,k}$	11,00 N/mm ²
d_2	7,4 mm	$f_{y,k}$	1.000,00 N/mm ²
d_h	18,6 mm		
L	600 mm		



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

BEMESSUNG

Balkenauflagekraft ohne Verstärkung

R_d	270,00 kN
$l_{ef,1} = l_b + 2 \cdot \min(30; l_b)$	210,00 mm
$A_{ef,1} = l_{ef,1} \cdot \min(b; b_b)$	46.200,00 mm ²
$\sigma_{c,90,d} = \frac{R_d}{A_{ef,1}}$	5,84 N/mm ²
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
$k_{c,90}$	1,75
k_{mod}	0,90
γ_M	1,30
$f_{c,90,d} = k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	3,03 N/mm ²
$R_{c,90,d} = f_{c,90,d} \cdot A_{ef,1}$	139,93 kN
$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{f_{c,90,d}} = \frac{R_d}{R_{c,90,d}}$	192,95 %



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

VERSTÄRKUNG UNTEN AUSFÜHRUNG

Knickwiderstand SPAX Schraube oder Gewindestange (axialer Druck)

$E_s \cdot I_s = 210000 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot d_2^4$	30.084.205,72 $N \cdot mm^2$
α	90,00 °
ρ_k	390,00 kg/m^3
$c_h = (0.19 + 0.012 \cdot d_1) \cdot \rho_k \cdot \frac{90+\alpha}{180}$	130,26
$N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s}$	62.600,07 N
$f_{y,k}$	1.000,00 N/mm^2
$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_2^2}{4} \cdot f_{y,k}$	42.429,17 N
$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}}$	0,82
$k = 0.5 \cdot [1 + 0.49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0.2) + \bar{\lambda}_k^2]$	0,99
$\kappa_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}}$	0,65
$F_{ki,k} = \kappa_c \cdot N_{pl,k}$	27.474,85 N
γ_M	1,10
$F_{ki,d} = \frac{F_{ki,k}}{\gamma_M}$	24,98 kN

Ausziehwiderstand (= Tragfähigkeit Gewinde auf Druck)

$f_{ax,k}$	11,00 N/mm^2
l_{ef}	594,50 mm
ρ_k	390,00 kg/m^3
$R_{ax,k} = f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8}$	85,57 kN
k_{mod}	0,90
γ_M	1,30
$R_{ax,d} = R_{ax,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	59,24 kN



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

Balkenauflagekraft mit Verstärkung

R_d	270,00 kN
$l_{ef,2}$	770,00 mm
$A_{ef,2} = l_{ef,2} \cdot \min(b; b_b)$	169.400,00 mm ²
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
k_{mod}	0,90
γ_M	1,30
n_{ef}	6,00
$R_{ki,d} = \min(R_{ax,d}; F_{ki,d})$	24,98 kN
$R_{c,90,d,1} = A_{ef,1} \cdot k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} + n_{ef} \cdot R_{ki,d}$	= 139,93 + 149,86 = 289,80 kN
$R_{c,90,d,2} = A_{ef,2} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	293,19 kN
$R_{c,90,d} = \min(R_{c,90,d,1}; R_{c,90,d,2})$	289,80 kN
$\eta = \frac{R_d}{R_{c,90,d}}$	93,17 %



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

MINDESTABSTÄNDE

Unten

Abstand	Min.	Vorhanden
$a_1 = 5 \cdot d_1$	= 60 mm	≤ 110 mm
$a_2 = 5 \cdot d_1$ (*)	= 30 mm	≤ 74 mm
$a_{3,c} = 5 \cdot d_1$	= 60 mm	≤ 60 mm
$a_{4,c} = 3 \cdot d_1$	= 36 mm	≤ 36 mm
$a_1 \cdot a_2 \geq 25 \cdot d_1^2$	= 3.600 mm	≤ 8.140 mm
$a = d_h/2$	= 10 mm	≤ 60 mm

(*) Kann auf $2.5 \cdot d_1$ reduziert werden wenn die Bedingung $a_1 \cdot a_2 \geq 25 \cdot d_1^2$ erfüllt ist

HINWEISE

1. Bemessung nach DIN EN 1995-1-1:2010-12+A1+A2 und den jeweiligen Nationalen Anhängen und ETA-12/0114
2. Die charakteristischen Werte der verwendeten Hölzer entsprechen EN 338:2009 (Vollholz / Konstruktionsvollholz) und EN 14080:2013 (Brettschichtholz), bzw. der nationalen Vorgaben.
3. Die Schrauben dürfen nur für vorwiegend ruhende Belastungen verwendet werden.
4. Eine angemessene Stahlplatte, mit ca. 10mm Dicke nach gesondertem Nachweis ist bei dieser Verstärkung erforderlich.
5. Die Schrauben sind, soweit nicht anders angegeben, ohne Vorbohren einzuschrauben.
6. Die Berechnung, die Anordnung, die Menge der Schrauben und andere Inhalte beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von SPAX, die in der SPAX Design Software aufgezeigt werden.
7. Die Auswahl einer längeren Schraube kann aus konstruktiven Gründen empfehlenswert sein.

WICHTIG

Die in der SPAX Design Software angegebenen Maße sind in der Ergebnisausgabedatei nochmals auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

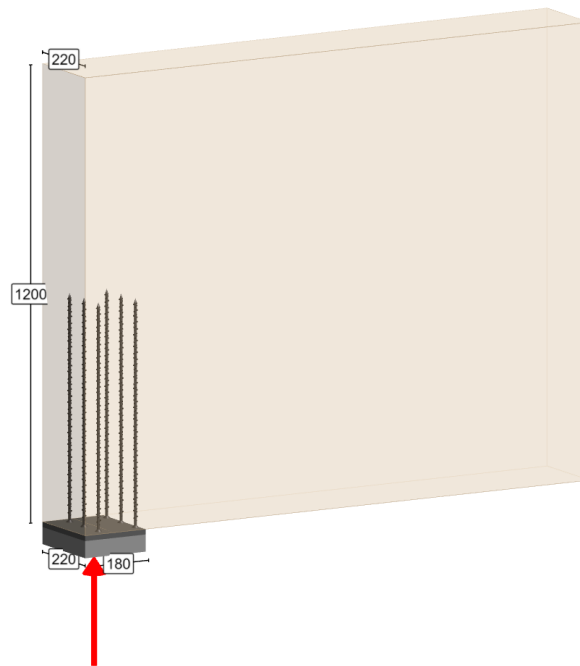
Desweiteren sind die empfohlenen Werte, Art und Anzahl der Schrauben eine Planungshilfe, die durch autorisierte Planer und Architekten auf ihre Richtigkeit geprüft werden müssen. Die jeweils gültige Nutzungsvereinbarung, die Datenschutzerklärung und die Allgemeinen Geschäftsbedingungen liegen zu Grunde und wurden vom Nutzer vor dem Start der SPAX Design Software anerkannt.

SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

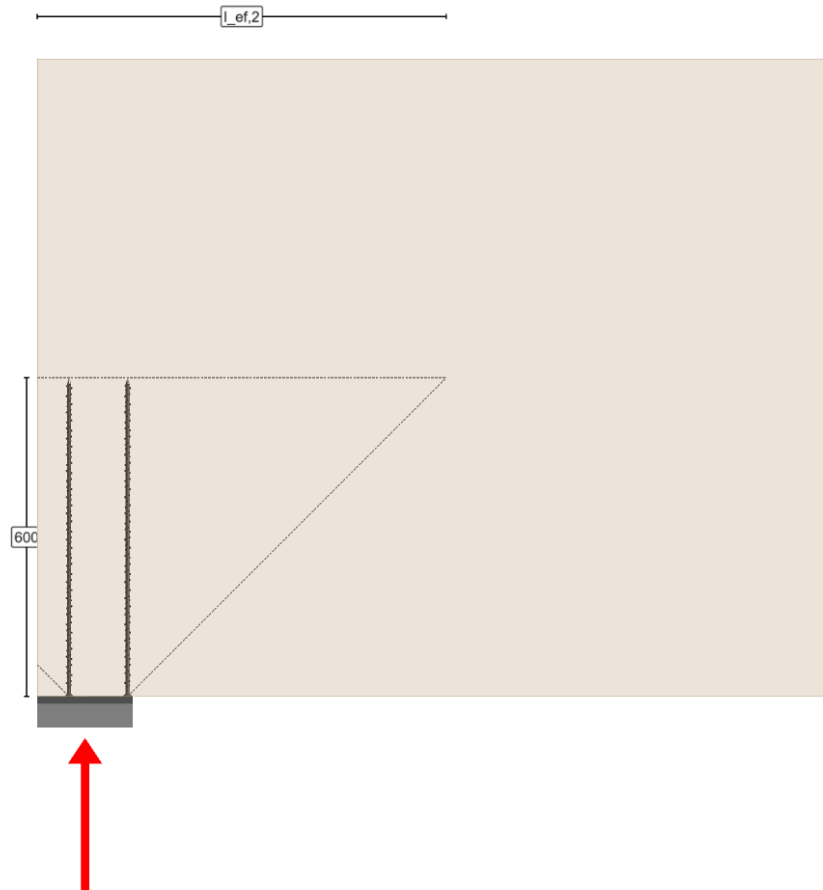


[mm]



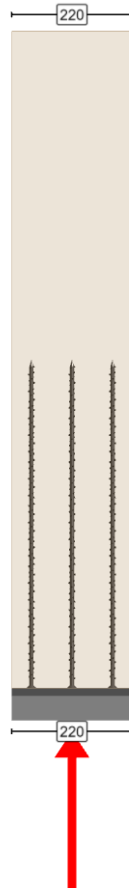
SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung



Position: A-05 - Auflagerdetail Pos. 0-U01 auf 0-U02 bzw. BSP-Wand (Auflagerverstärkung)

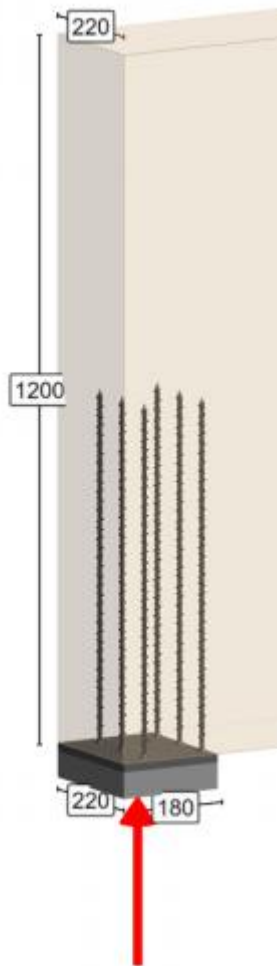
Auflagerkraft Auflager 2:

$$F_{Ed} = 1,35 \times 129,5 \text{ kN} + 1,5 \times 63,4 \text{ kN} = 270 \text{ kN}$$

gewählte Verstärkung:

Stahlplatte + 6x SPAX Schraube 12x600 Vollgewinde mit CUT-Spitze oder glw.

Nachweis der Auflagerverstärkung siehe A-04 Auflagerdetail Pos. 0-U01 auf 0-S01



Position: 0-U02 - Unterzug (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen:	18/70 cm
Stützweite [L]:	1,85 m
Auflagertiefe:	20 cm

Lastannahmen:

aus Pos. 1-D02:	$g_k = 8,50 \text{ kN/m}$ $q_k = 5,30 \text{ kN/m}$
aus Pos. 0-U01:	$G_k = 129,5 \text{ kN/m}$ $Q_k = 63,40 \text{ kN/m}$
Streichlast aus Pos. 0-D01:	$g_k = 1,0 \text{ m} \times (1,7 \text{ kN/m}^2 + 0,2 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3)$ $= 2,70 \text{ kN/m}$ $q_k = 1,0 \text{ m} \times 1,5 \text{ kN/m}^2 = 1,50 \text{ kN/m}$
aus Fassade (Metallvorhangfassade):	$g_k = 1,00 \text{ kN/m}$
aus Attika:	$g_k = 0,65 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 0,60 \text{ kN/m}$
aus Wand (ab OK Decke 0-D01 bis Attika):	$g_k = 2,45 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 2,30 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

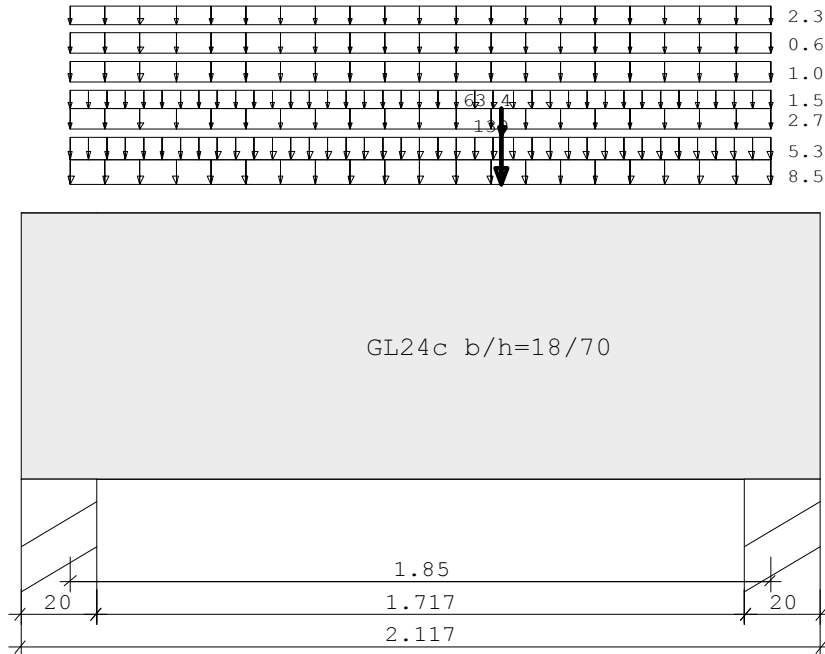
Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	R30
gewählte Holzfestigkeit:	GL24c

Der Anschluss an die Brettsperrholzwand ist konstruktiv zur Lagesicherung durch den Zimmerer sicherzustellen bzw in der Ausführungsplanung abzustimmen.

Position: 0-U02 - Unterzug (Holz) im EG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 20



Holzträger System	GL24c Länge	Querschnittswerte			
Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	I _y (cm ⁴)
1	1.85	konstant	18.0	70.0	514500.0

Feld 1 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L		2=Einzellast bei a			
		3=Einzelmoment bei a	4=Trapezlast von a - a+b				
		5=Dreieckslast über L	6=Trapezlast über L				
Feld Typ EG Gr	q l/r	q l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1 1 A	8.50	5.30	1.00			1-D02	
2 A	129.50	63.40	1.00	1.14		0-U01	
1 A	2.70	1.50	1.00			0-D01	
1 A	1.00	0.00	1.00			Fassade	
1 A	0.60	0.00	1.00			Attika	
1 A	2.30	0.00	1.00			Wand	

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 5.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)	
Feld	x0 =	Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	1.14	93.47	0.00	0.00	94.87	-139.71	2

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)	
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	94.87	94.87	64.25	2
2	0.00	0.00	-139.71	0.00	139.71	94.35	2

Auflagerkräfte							(kN)
Stütze	aus α	max α	min α	Vollast	max	min	
1	64.25	30.62	0.00	94.87	94.87	64.25	
2	94.35	45.36	0.00	139.71	139.71	94.35	
Summe:	158.60	75.98	0.00	234.58	234.58	158.60	

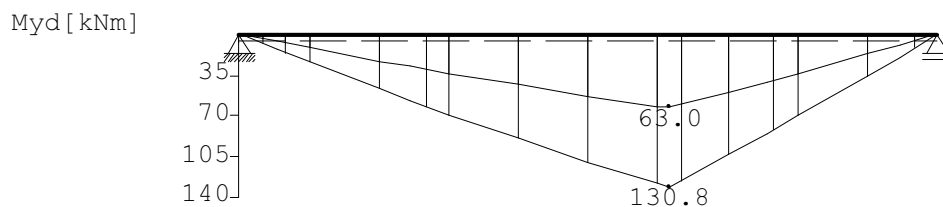
Auflagerkräfte					(kN)	
EG	Stütze 1		Stütze 2			
	max	min	max	min		
g	64.3	64.3	94.4	94.4		
A	30.6	0.0	45.4	0.0		
Sum	94.9	64.3	139.7	94.4		

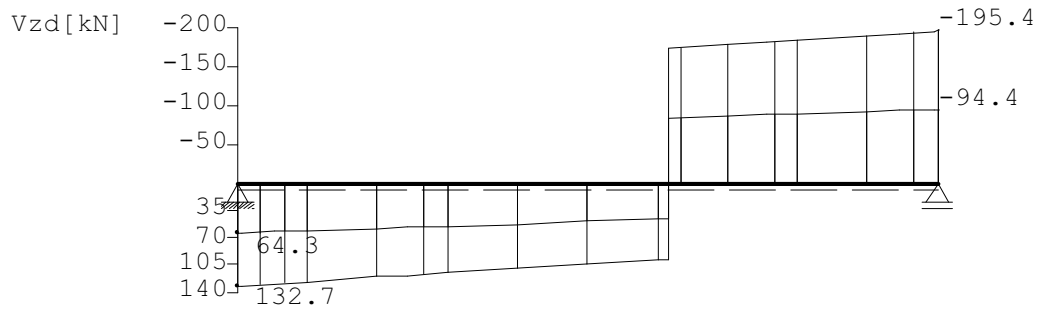
Ergebnisse für γ-fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)	
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	1.14	130.76	0.00	0.00	132.67	-195.41	A 2

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)	
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	132.67	132.67	64.25	A 2
2	0.00	0.00	-195.41	0.00	195.41	94.35	A 2

Maßstab 1 : 20

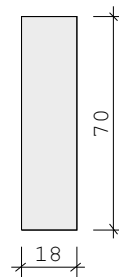




Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 GL24c
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 14080:2013

Nutzungsstufe 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$E_{mean} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 65 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k}, M_y = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k}, M_z = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k}, V_z = 3.5 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k}, V_y = 3.5 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)

Normalspannungen $b/h = 18/70$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	1.14	130.76	-8.90	8.90	1.00	0.80	0.60	A 2
	1.85	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.3 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 18/70$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	0.767	108.57	1.29	0.80	0.84	A 2
2 li	0.767	-4.98	0.06	0.80	0.04	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.71$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,d}$	η	komb
1	20.0	18.0	132.7	0.80	1.75	3.20	1.54	1.19 !! A	2
2	20.0	18.0	195.4	0.80	1.75	4.72	1.54	1.75 !! A	2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3, 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (	wqB mm	w	zul w)	η	
1	925	inst:	0.3	0.2	0.5	6.2	0.08	2
		fin:	0.5	0.2	0.7	9.3	0.08	2
		net:	0.5	0.1	0.6	6.2	0.10	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)		Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L				
Nr.	Feld	Typ	Grp	a1	a1	a2	a2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 2	8.50	5.30			1.00		
2		2	A 2	129.50	63.40			1.00	1.14	
3		1	A 2	2.70	1.50			1.00		
4		1	A 1	1.00	0.00			1.00		
5		1	A 1	0.60	0.00			1.00		
6		1	A 1	2.30	0.00			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 6 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	x
3	.	x
4	.	.
5	.	.
6	.	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.70	0.70	0.70	0.70	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld	x	b	d	My,d	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k _{crit}	k _{mod}	ϕM	$\sigma_d/f_{m,d}$	
Nr.	(m)	(cm)	(cm)	(kNm)	(N/mm ²)						komb
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1
	1.14	13.8	65.8	72.14	-7.24	7.24	1.00	0.91	0.29a		A 2
	1.85	13.8	65.8	0.00	0.00	0.00	1.00	0.91	0.00a		A 2

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze	x	V _{z,d}	τ_D	k _{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)			komb
1 re	0.725	52.85	0.99	0.60	0.46	1
2 li	0.725	-3.15	0.06	0.60	0.02	1

EN 1995 6.1.7 : k_{cr} = 0.71

Position: 0-U02 - Detailnachweis Auflagerpressung

Nachweis der Auflagerpressung auf der BSP-Wand

gewählt: KLH 7s 180 DQ

Auflagerkraft Auflager 2:

$$N_{0,d} = 1,35 \times 94,5 \text{ kN} + 1,5 \times 45,4 \text{ kN} = 196 \text{ kN}$$

Pressfläche = Nettofläche der Hirnholzflächen:

$$A_{ef} = b \times t = 0,12 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} = 0,024 \text{ m}^2$$

$$b = (0,03 + 0,03 + 0,03 + 0,03) \text{ m} = 0,12 \text{ m}$$

(Lagen mit Fasern parallel zu Lastrichtung)

$$t = 0,20 \text{ m (Auflagertiefe)}$$

Nachweis:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{0,d}/A_{ef} \leq f_{c,0,d} = 0,9 \times 21 \text{ MN/m}^2 / 1,3 = 14,5 \text{ MN/m}^2 = 14500 \text{ kN/m}^2$$

$$196 \text{ kN} / 0,024 \text{ m}^2 = 8166,7 \text{ kN/m}^2 \leq 14500 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

Position: A-06 - Auflagerdetail Pos. 0-U02 auf Brettsperrholzwand (Auflagerverstärkung)

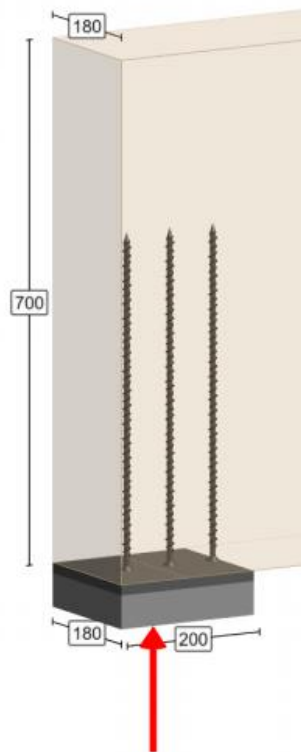
Auflagerkraft Auflager 1/2:

$$F_{Ed} = 1,35 \times 94,4 \text{ kN} + 1,5 \times 45,4 \text{ kN} = 196 \text{ kN} \text{ (maßgebend Auflager 2)}$$

gewählte Verstärkung (gilt für beide Auflager!):

Stahlplatte + 3x SPAX Schraube 12x450 Vollgewinde mit CUT-Spitze oder glw.

Nachweis siehe nachfolgende Seiten





SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

Projekt 13
Pos. 0-U02

VERSTÄRKUNGSSCHRAUBE - ENDAUFLAGER

3 x 1 Stk. SPAX 12,0 x 450 mm

Vollgewinde bis annähernd Kopf - Spitze CUT
ETA-12/0114

Kopf	Stahl	Antrieb	Schachtelinhalt	SPAX-Nr.	EAN-Nr.
Senkkopf	WIROX A9J	T-STAR plus T 50	25 Stk.	1201011204505	4003530246326

PROJEKT

Name
Projekt 13
Adresse

Postleitzahl
Stadt

Land

KUNDE

Name

Kundennummer

Adresse

Postleitzahl
Stadt

Land

BEMESSUNGSNORM

DIN EN 1995-1-1:2010-12+A1+A2

Telefon

Fax

E-Mail

GEOMETRIE

Trägerbreite (b)	180 mm
Trägerhöhe (h)	700 mm
Auflagerlänge (l_b)	200 mm
Auflagerbreite (b_b)	180 mm
Abstand vom Stahlplattenrand (a_p)	60 mm

MATERIALEIGENSCHAFTEN

Träger	Brettschichtholz
Festigkeitsklasse	GL24c
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
ρ_k	365,00 kg/m ³

LASTEINWIRKUNGEN

Lasteinwirkung	196,0 kN
Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED)	Kurz
Nutzungsgruppe	1

BEMESSUNGSBEIWERTE

k_{mod}	0,90
$\gamma_M (Balken)$	1,30
$\gamma_M (F_{ki,d})$	1,10
$\gamma_M (R_{ax,d})$	1,30
$k_{c,90}$	1,75

EIGENSCHAFTEN DER SCHRAUBE

d_1	12,0 mm	$f_{ax,k}$	11,00 N/mm ²
d_2	7,4 mm	$f_{y,k}$	1.000,00 N/mm ²
d_h	18,6 mm		
L	450 mm		



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

BEMESSUNG

Balkenauflegekraft ohne Verstärkung

R_d	196,00 kN
$l_{ef,1} = l_b + 2 \cdot \min(30; l_b)$	230,00 mm
$A_{ef,1} = l_{ef,1} \cdot \min(b; b_b)$	41.400,00 mm ²
$\sigma_{c,90,d} = \frac{R_d}{A_{ef,1}}$	4,73 N/mm ²
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
$k_{c,90}$	1,75
k_{mod}	0,90
γ_M	1,30
$f_{c,90,d} = k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	3,03 N/mm ²
$R_{c,90,d} = f_{c,90,d} \cdot A_{ef,1}$	125,39 kN
$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{f_{c,90,d}} = \frac{R_d}{R_{c,90,d}}$	156,31 %



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

VERSTÄRKUNG UNTEN AUSFÜHRUNG

Knickwiderstand SPAX Schraube oder Gewindestange (axialer Druck)

$E_s \cdot I_s = 210000 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot d_2^4$	30.084.205,72 $N \cdot mm^2$
α	90,00 °
ρ_k	365,00 kg/m^3
$c_h = (0.19 + 0.012 \cdot d_1) \cdot \rho_k \cdot \frac{90+\alpha}{180}$	121,91
$N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s}$	60.560,43 N
$f_{y,k}$	1.000,00 N/mm^2
$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_2^2}{4} \cdot f_{y,k}$	42.429,17 N
$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}}$	0,84
$k = 0.5 \cdot [1 + 0.49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0.2) + \bar{\lambda}_k^2]$	1,01
$\kappa_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}}$	0,64
$F_{ki,k} = \kappa_c \cdot N_{pl,k}$	27.109,42 N
γ_M	1,10
$F_{ki,d} = \frac{F_{ki,k}}{\gamma_M}$	24,64 kN

Ausziehwiderstand (= Tragfähigkeit Gewinde auf Druck)

$f_{ax,k}$	11,00 N/mm^2
l_{ef}	444,50 mm
ρ_k	365,00 kg/m^3
$R_{ax,k} = f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8}$	60,68 kN
k_{mod}	0,90
γ_M	1,30
$R_{ax,d} = R_{ax,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	42,01 kN



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

Balkenauflagekraft mit Verstärkung

R_d	196,00 kN
$l_{ef,2}$	640,00 mm
$A_{ef,2} = l_{ef,2} \cdot \min(b; b_b)$	115.200,00 mm ²
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
k_{mod}	0,90
γ_M	1,30
n_{ef}	3,00
$R_{ki,d} = \min(R_{ax,d}; F_{ki,d})$	24,64 kN
$R_{c,90,d,1} = A_{ef,1} \cdot k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} + n_{ef} \cdot R_{ki,d}$	= 125,39 + 73,93 = 199,33 kN
$R_{c,90,d,2} = A_{ef,2} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	199,38 kN
$R_{c,90,d} = \min(R_{c,90,d,1}; R_{c,90,d,2})$	199,33 kN
$\eta = \frac{R_d}{R_{c,90,d}}$	98,33 %



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

MINDESTABSTÄNDE

Unten

Abstand	Min.	Vorhanden
$a_1 = 5 \cdot d_1$	= 60 mm	≤ 65 mm
$a_{3,c} = 5 \cdot d_1$	= 60 mm	≤ 60 mm
$a_{4,c} = 3 \cdot d_1$	= 36 mm	≤ 90 mm
$a = d_h/2$	= 10 mm	≤ 60 mm

HINWEISE

1. Bemessung nach DIN EN 1995-1-1:2010-12+A1+A2 und den jeweiligen Nationalen Anhängen und ETA-12/0114
2. Die charakteristischen Werte der verwendeten Hölzer entsprechen EN 338:2009 (Vollholz / Konstruktionsvollholz) und EN 14080:2013 (Brettschichtholz), bzw. der nationalen Vorgaben.
3. Die Schrauben dürfen nur für vorwiegend ruhende Belastungen verwendet werden.
4. Eine angemessene Stahlplatte, mit ca. 10mm Dicke nach gesondertem Nachweis ist bei dieser Verstärkung erforderlich.
5. Die Schrauben sind, soweit nicht anders angegeben, ohne Vorbohren einzuschrauben.
6. Die Berechnung, die Anordnung, die Menge der Schrauben und andere Inhalte beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von SPAX, die in der SPAX Design Software aufgezeigt werden.
7. Die Auswahl einer längeren Schraube kann aus konstruktiven Gründen empfehlenswert sein.

WICHTIG

Die in der SPAX Design Software angegebenen Maße sind in der Ergebnisausgabedatei nochmals auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

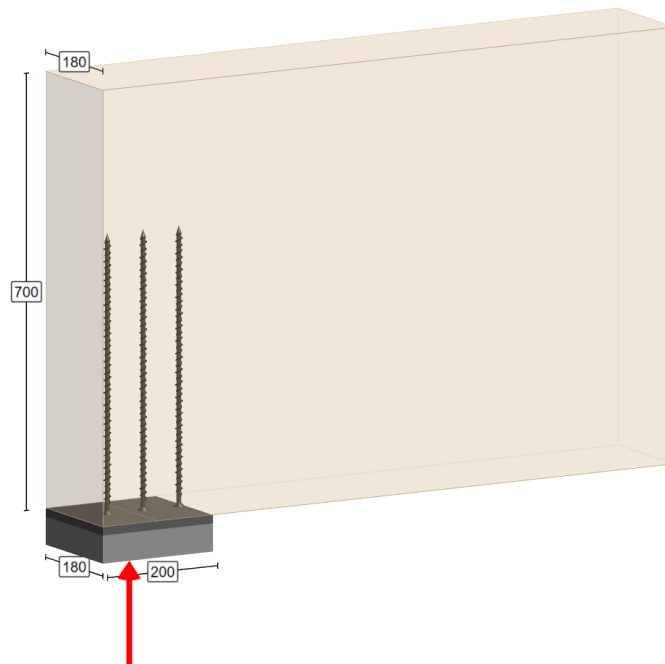
Desweiteren sind die empfohlenen Werte, Art und Anzahl der Schrauben eine Planungshilfe, die durch autorisierte Planer und Architekten auf ihre Richtigkeit geprüft werden müssen. Die jeweils gültige Nutzungsvereinbarung, die Datenschutzerklärung und die Allgemeinen Geschäftsbedingungen liegen zu Grunde und wurden vom Nutzer vor dem Start der SPAX Design Software anerkannt.

SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung



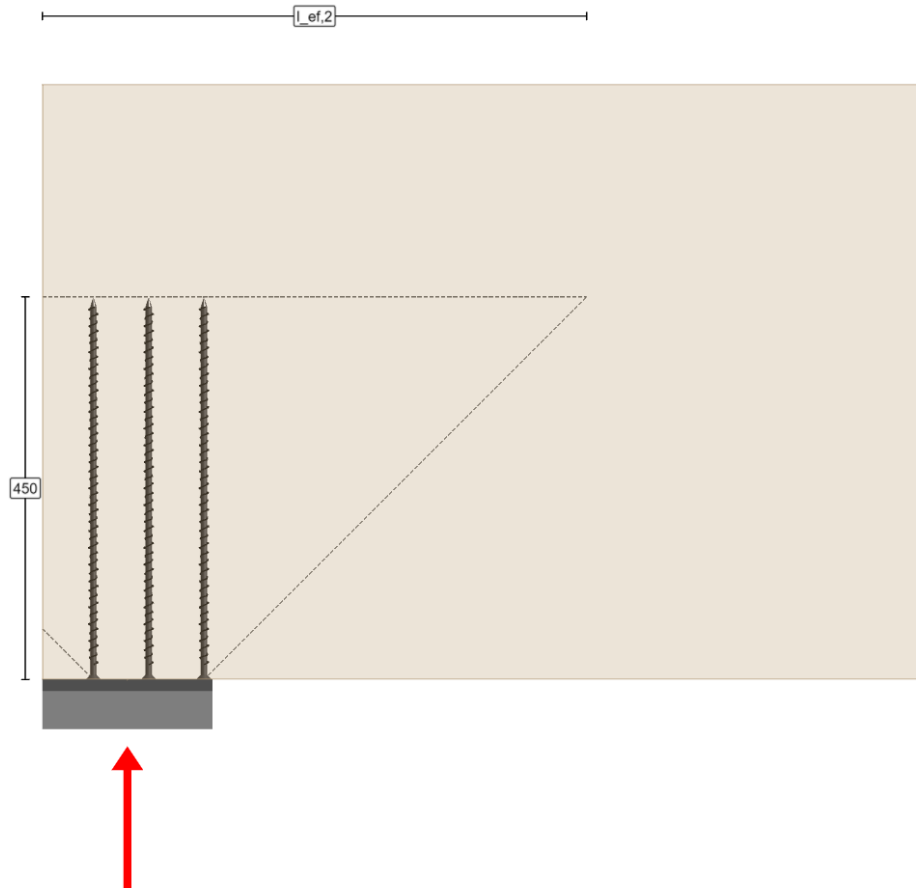
[mm]





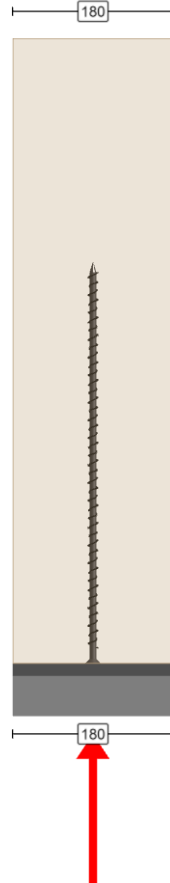
SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung



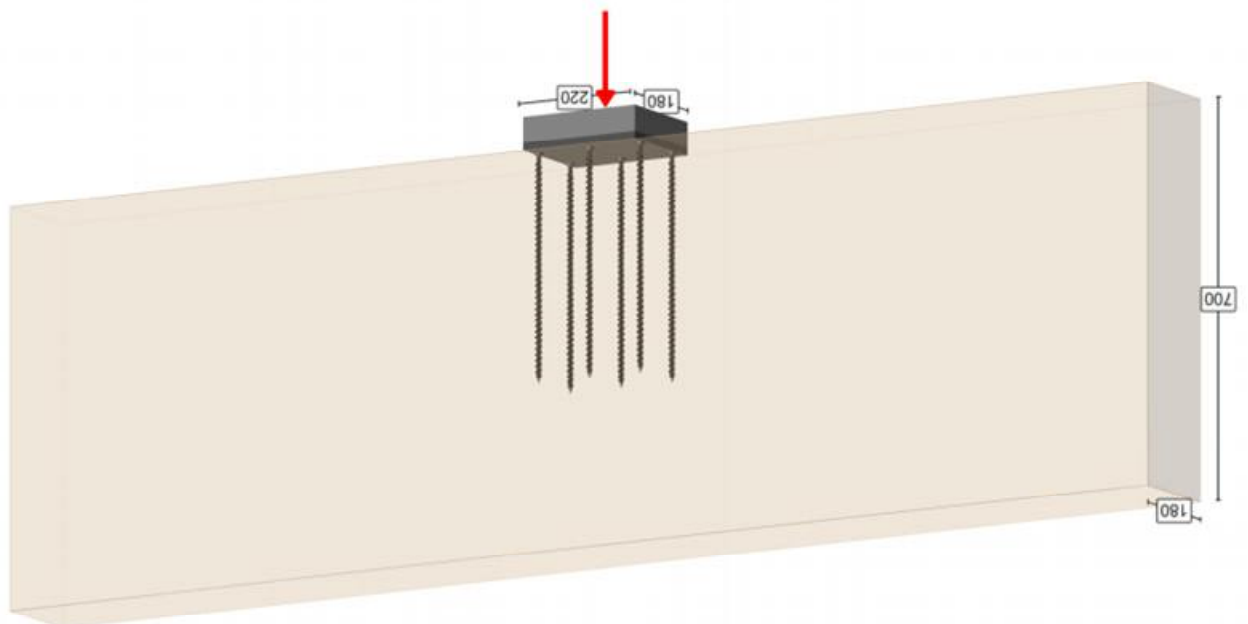
Position: A-07 - Auflagerdetail Pos. 0-U01 auf 0-U02 (Auflagerverstärkung)

Einwirkung aus Pos. 0-U01:

$$F_{Ed} = 1,35 \times 129,5 \text{ kN} + 1,5 \times 63,4 \text{ kN} = 270 \text{ kN}$$

Stahlplatte + 6x SPAX Schraube 12x400 Vollgewinde mit CUT-Spitze oder glw.

Nachweis siehe nachfolgende Seiten



SPAX Design Software v2.7.0
M12 - Querdruckverstärkung



**Projekt 17
U01 auf U02**

VERSTÄRKUNGSSCHRAUBE - ZWISCHENAUFLAGER

3 x 2 Stk. SPAX 12,0 x 400 mm

Vollgewinde bis annähernd Kopf - Spitze CUT
ETA-12/0114

Kopf	Stahl	Antrieb	Schachtelinhalt	SPAX-Nr.	EAN-Nr.
Senkkopf	WIROX A9J	T-STAR plus T 50	25 Stk.	1201011204005	4003530246319

PROJEKT

Name
Projekt 17
Adresse

Postleitzahl Stadt

Land

KUNDE

Name

Kundennummer

Adresse

Postleitzahl Stadt

Land

BEMESSUNGSNORM

DIN EN 1995-1-1:2010-12+A1+A2

Telefon

Fax

E-Mail

GEOMETRIE

Trägerbreite (b)	180 mm
Trägerhöhe (h)	700 mm
Auflagerlänge (l_b)	220 mm
Auflagerbreite (b_b)	180 mm
Abstand vom Stahlplattenrand (a_p)	10 mm

MATERIALEIGENSCHAFTEN

Träger	Brettschichtholz
Festigkeitsklasse	GL24c
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
ρ_k	365,00 kg/m ³

LASTEINWIRKUNGEN

Lasteinwirkung
Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED)
Nutzungsklasse

270,0 kN	k_{mod}
Kurz	$\gamma_M (Balken)$
1	$\gamma_M (F_{ki,d})$
	$\gamma_M (R_{ax,d})$
	$k_{c,90}$

BEMESSUNGSBEIWERTE

0,90
1,30
1,10
1,30
1,75

EIGENSCHAFTEN DER SCHRAUBE

d_1	12,0 mm	$f_{ax,k}$	11,00 N/mm ²
d_2	7,4 mm	$f_{y,k}$	1.000,00 N/mm ²
d_h	18,6 mm		
L	400 mm		



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

BEMESSUNG

Balkenauflagekraft ohne Verstärkung

R_d	270,00 kN
$l_{ef,1} = l_b + 2 \cdot \min(30; l_b)$	280,00 mm
$A_{ef,1} = l_{ef,1} \cdot \min(b; b_b)$	50.400,00 mm ²
$\sigma_{c,90,d} = \frac{R_d}{A_{ef,1}}$	5,36 N/mm ²
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
$k_{c,90}$	1,75
k_{mod}	0,90
γ_M	1,30
$f_{c,90,d} = k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	3,03 N/mm ²
$R_{c,90,d} = f_{c,90,d} \cdot A_{ef,1}$	152,65 kN
$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{f_{c,90,d}} = \frac{R_d}{R_{c,90,d}}$	176,87 %



SPAX Design Software v2.7.0
 M12 - Querdruckverstärkung

VERSTÄRKUNG UNTEN AUSFÜHRUNG

Knickwiderstand SPAX Schraube oder Gewindestange (axialer Druck)

$E_s \cdot I_s = 210000 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot d_2^4$	30.084.205,72 $N \cdot mm^2$
α	90,00 °
ρ_k	365,00 kg/m^3
$c_h = (0.19 + 0.012 \cdot d_1) \cdot \rho_k \cdot \frac{90+\alpha}{180}$	121,91
$N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s}$	60.560,43 N
$f_{y,k}$	1.000,00 N/mm^2
$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_2^2}{4} \cdot f_{y,k}$	42.429,17 N
$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}}$	0,84
$k = 0.5 \cdot [1 + 0.49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0.2) + \bar{\lambda}_k^2]$	1,01
$\kappa_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}}$	0,64
$F_{ki,k} = \kappa_c \cdot N_{pl,k}$	27.109,42 N
γ_M	1,10
$F_{ki,d} = \frac{F_{ki,k}}{\gamma_M}$	24,64 kN

Ausziehwiderstand (= Tragfähigkeit Gewinde auf Druck)

$f_{ax,k}$	11,00 N/mm^2
l_{ef}	394,50 mm
ρ_k	365,00 kg/m^3
$R_{ax,k} = f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8}$	53,85 kN
k_{mod}	0,90
γ_M	1,30
$R_{ax,d} = R_{ax,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	37,28 kN



SPAX Design Software v2.7.0
M12 - Querdruckverstärkung

Balkenauflagekraft mit Verstärkung

R_d	270,00 kN
$l_{ef,2}$	1.000,00 mm
$A_{ef,2} = l_{ef,2} \cdot \min(b; b_b)$	180.000,00 mm ²
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
k_{mod}	0,90
γ_M	1,30
n_{ef}	6,00
$R_{ki,d} = \min(R_{ax,d}; F_{ki,d})$	24,64 kN
$R_{c,90,d,1} = A_{ef,1} \cdot k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} + n_{ef} \cdot R_{ki,d}$	= 152,65 + 147,87 = 300,52 kN
$R_{c,90,d,2} = A_{ef,2} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	311,54 kN
$R_{c,90,d} = \min(R_{c,90,d,1}; R_{c,90,d,2})$	300,52 kN
$\eta = \frac{R_d}{R_{c,90,d}}$	89,84 %

SPAX Design Software v2.7.0
M12 - Querdrukverstärkung



MINDESTABSTÄNDE

Unten

Abstand	Min.	Vorhanden
$a_1 = 5 \cdot d_1$	= 60 mm	≤ 100 mm
$a_2 = 5 \cdot d_1$ (*)	= 30 mm	≤ 108 mm
$a_{4,c} = 3 \cdot d_1$	= 36 mm	≤ 36 mm
$a_1 \cdot a_2 \geq 25 \cdot d_1^2$	= 3.600 mm	≤ 10.800 mm
$a = d_h/2$	= 10 mm	≤ 10 mm

(*) Kann auf $2.5 \cdot d_1$ reduziert werden wenn die Bedingung $a_1 \cdot a_2 \geq 25 \cdot d_1^2$ erfüllt ist

HINWEISE

1. Bemessung nach DIN EN 1995-1-1:2010-12+A1+A2 und den jeweiligen Nationalen Anhängen und ETA-12/0114
2. Die charakteristischen Werte der verwendeten Hölzer entsprechen EN 338:2009 (Vollholz / Konstruktionsvollholz) und EN 14080:2013 (Brettschichtholz), bzw. der nationalen Vorgaben.
3. Die Schrauben dürfen nur für vorwiegend ruhende Belastungen verwendet werden.
4. Eine angemessene Stahlplatte, mit ca. 10mm Dicke nach gesondertem Nachweis ist bei dieser Verstärkung erforderlich.
5. Die Schrauben sind, soweit nicht anders angegeben, ohne Vorbohren einzuschrauben.
6. Die Berechnung, die Anordnung, die Menge der Schrauben und andere Inhalte beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von SPAX, die in der SPAX Design Software aufgezeigt werden.
7. Die Auswahl einer längeren Schraube kann aus konstruktiven Gründen empfehlenswert sein.

WICHTIG

Die in der SPAX Design Software angegebenen Maße sind in der Ergebnisausgabedatei nochmals auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

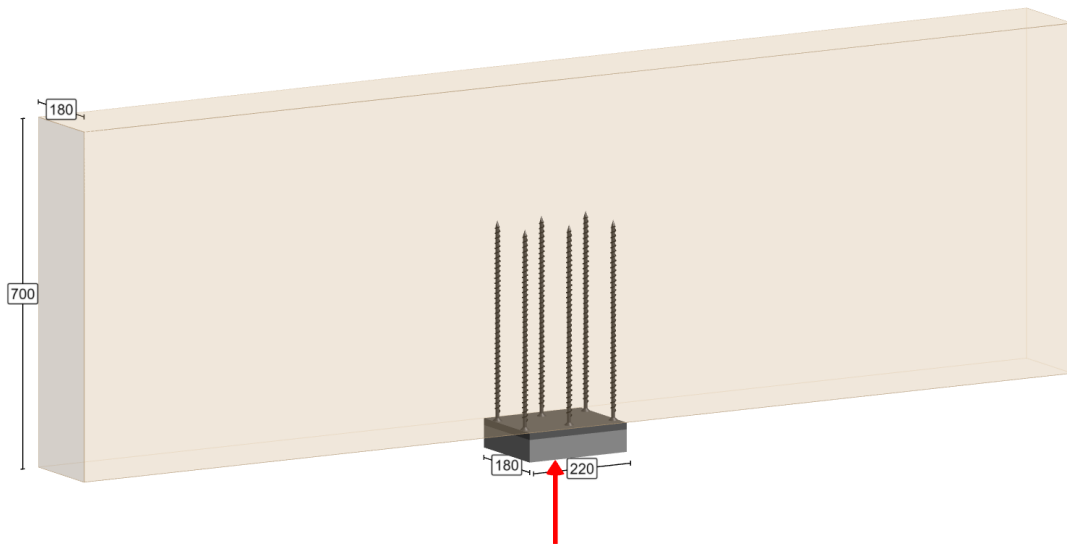
Desweiteren sind die empfohlenen Werte, Art und Anzahl der Schrauben eine Planungshilfe, die durch autorisierte Planer und Architekten auf ihre Richtigkeit geprüft werden müssen. Die jeweils gültige Nutzungsvereinbarung, die Datenschutzerklärung und die Allgemeinen Geschäftsbedingungen liegen zu Grunde und wurden vom Nutzer vor dem Start der SPAX Design Software anerkannt.

SPAX Design Software v2.7.0

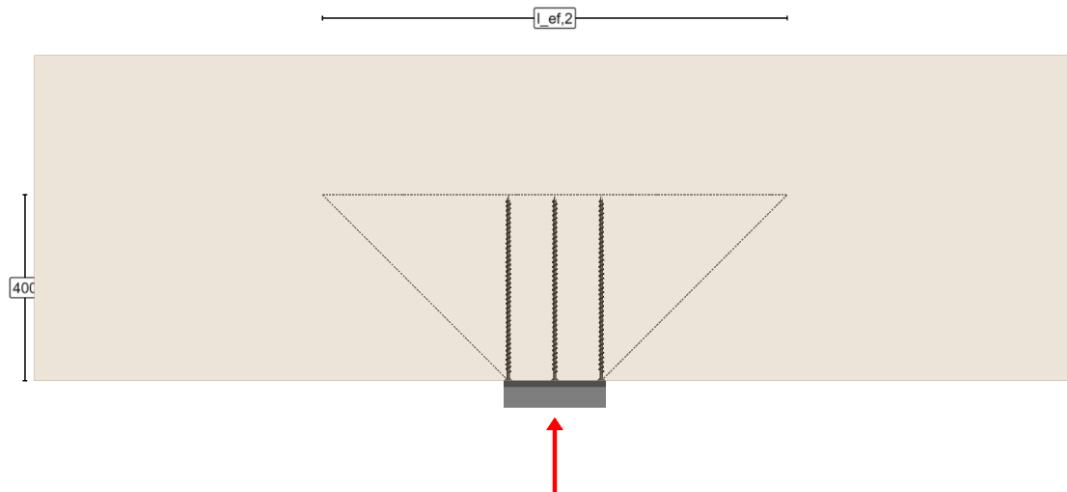
M12 - Querdruckverstärkung



[mm]

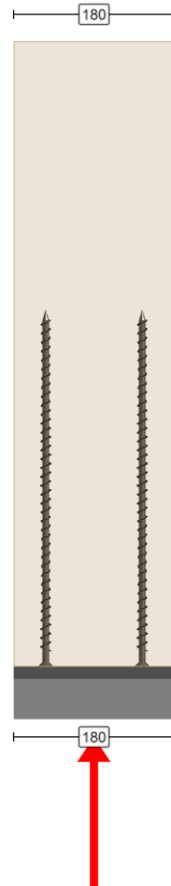


SPAX Design Software v2.7.0
M12 - Querdruckverstärkung



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung



Position: 0-U03 - Unterzug (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]:	18/60 cm
Stützweite [L]:	6,20 m
Auflagertiefe:	20 cm

Lastannahmen:

aus Pos. 0-D07:	$g_k = 6,2 \text{ kN/m}$ $q_k = 9,3 \text{ kN/m}$
aus Fassade (Metallvorhangfassade):	$g_k = 1,0 \text{ kN/m}$
aus Brüstung:	$g_k = 1,10 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 1,0 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

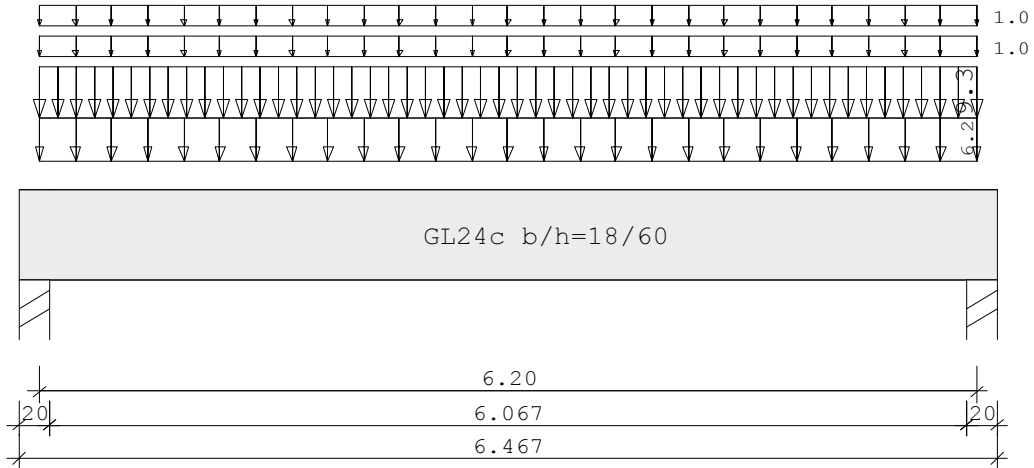
Nutzungsklasse:	1
gewählte Holzfestigkeit:	GL24c

Der Anschluss an die Brettsperrholzwand ist konstruktiv zur Lagesicherung durch den Zimmerer sicherzustellen.

Position: 0-U03 - Unterzug (Holz) im EG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 50



Holzträger System	GL24c Länge	Querschnittswerte				
Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	ly (cm ⁴)	
1	6.20		18.0	60.0	324000.0	

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Typ	EG	Gr	q	l/r	q	l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		6.20	9.30	1.00		1.00			0-D07	
	1	A		1.00	0.00	1.00		1.00			Fassade	
	1	A		1.00	0.00	1.00		1.00			Brüstung	

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 5.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	v	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0	=	Mf	M li	M re	V li	V re komb
1		3.10	86.68	0.00	0.00	55.92	-55.92 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	55.92	55.92	27.09	2
2	0.00	0.00	-55.92	0.00	55.92	27.09	2

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	27.09	28.83	0.00	55.92	55.92	27.09
2	27.09	28.83	0.00	55.92	55.92	27.09
Summe:	54.19	57.66	0.00	111.85	111.85	54.19

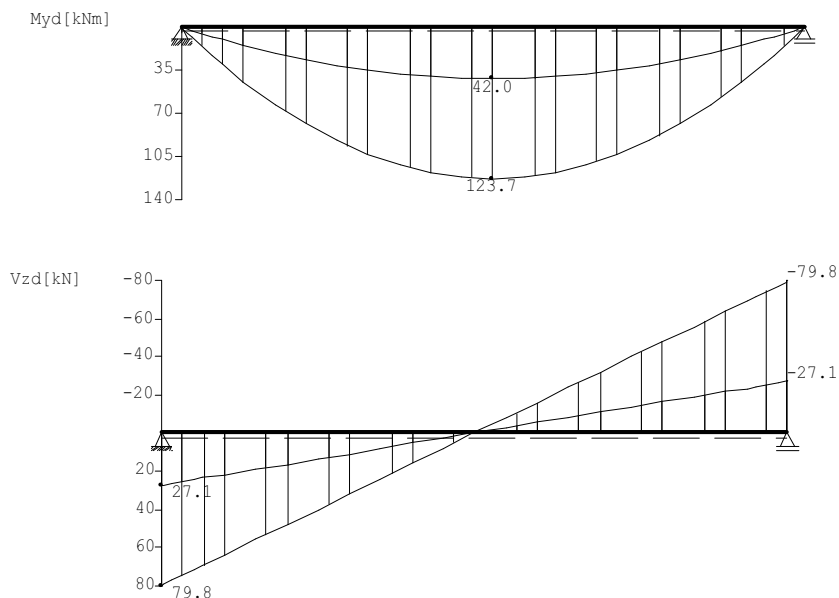
Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	27.1	27.1	27.1	27.1
A	28.8	0.0	28.8	0.0
Sum	55.9	27.1	55.9	27.1

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	3.10	123.72	0.00	0.00	79.82	-79.82	A 2

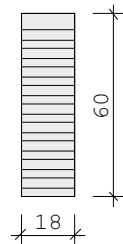
Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	79.82	79.82	27.09	A 2
2	0.00	0.00	-79.82	0.00	79.82	27.09	A 2

Maßstab 1 : 75



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 GL24c
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 14080:2013
 Nutzungsklasse 1 kdef = 0.60 $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$E_{\text{mean}} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{\text{mean}} = 65 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k}, M_y = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k}, M_z = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k}, V_z = 3.5 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k}, V_y = 3.5 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 18/60$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	3.10	123.72	-11.46	11.46	1.00	0.80	0.78	A 2
	6.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.3 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 18/60$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	0.667	62.66	0.87	0.80	0.57	A 2
2 li	0.667	-62.66	0.87	0.80	0.57	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.71$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,d}$	η	komb
1	20.0	18.0	79.8	0.80	1.50	1.93	1.54	0.84	A 2
2	20.0	18.0	79.8	0.80	1.50	1.93	1.54	0.84	A 2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3, 7.2)

zul $w_{\text{inst}} < L/300$

zul $w_{\text{fin}} < L/200$

zul $w_{\text{net}} < L/300$

Feld	x_1 (mm)		wgB (mm)	wqB (mm)	w (mm)	zul w (mm)	η	
1	3100	inst:	4.7	5.0	9.7	20.7	0.47	2
		fin:	7.5	5.9	13.5	31.0	0.43	2
		net:	7.5	2.4	10.0	20.7	0.48	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L					
Nr.	Feld	Typ	Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 2	6.20	9.30			1.00		
2		1	A 1	1.00	0.00			1.00		
3		1	A 1	1.00	0.00			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 3 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	.
3	.	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
 je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
 vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
 Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.80	0.00	0.80	0.00	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld	x	b	d	$M_{y,d}$	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k_{crit}	k_{mod}	ϕM	$\sigma_d / f_{m,d}$	komb
Nr.	(m)	(cm)	(cm)	(kNm)	(N/mm ²)	(N/mm ²)					
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1
	3.10	14.9	56.9	55.40	-6.89	6.89	1.00	1.00	0.25b		A 2
	6.20	14.9	56.9	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b		1

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze	x	$V_{z,d}$	τ_D	k_{mod}	$\tau_d / f_{v,d}$	komb
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)			
1 re	0.643	21.48	0.38	0.60	0.25	1
2 li	0.643	-21.48	0.38	0.60	0.25	1
EN 1995	6.1.7 : kcr	=	0.71			

Position: 0-U04 - Unterzug (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]:	18/40 cm
Stützweite [L]:	2,70 m
Auflagertiefe:	20 cm

Lastannahmen:

Streichlast aus Pos. 1-D02:	$g_k = 1,0 \text{ m} \times (0,2 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 + 2,0 \text{ kN/m}^2)$ $= 3,0 \text{ kN/m}$ $q_k = 1,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ kN/m}^2 = 2,0 \text{ kN/m}$
Streichlast aus Pos. 0-D03:	$g_k = 1,0 \text{ m} \times (0,2 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 + 2,2 \text{ kN/m}^2)$ $= 3,2 \text{ kN/m}$ $q_k = 1,0 \text{ m} \times 3,8 \text{ kN/m}^2 = 3,8 \text{ kN/m}$
aus Fassade (Metallvorhangfassade):	$g_k = 1,0 \text{ kN/m}$
aus Attika:	$g_k = 0,65 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 0,6 \text{ kN/m}$
aus Wand (ab OK Decke 0-D03 bis Attika):	$g_k = 4,0 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 3,6 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

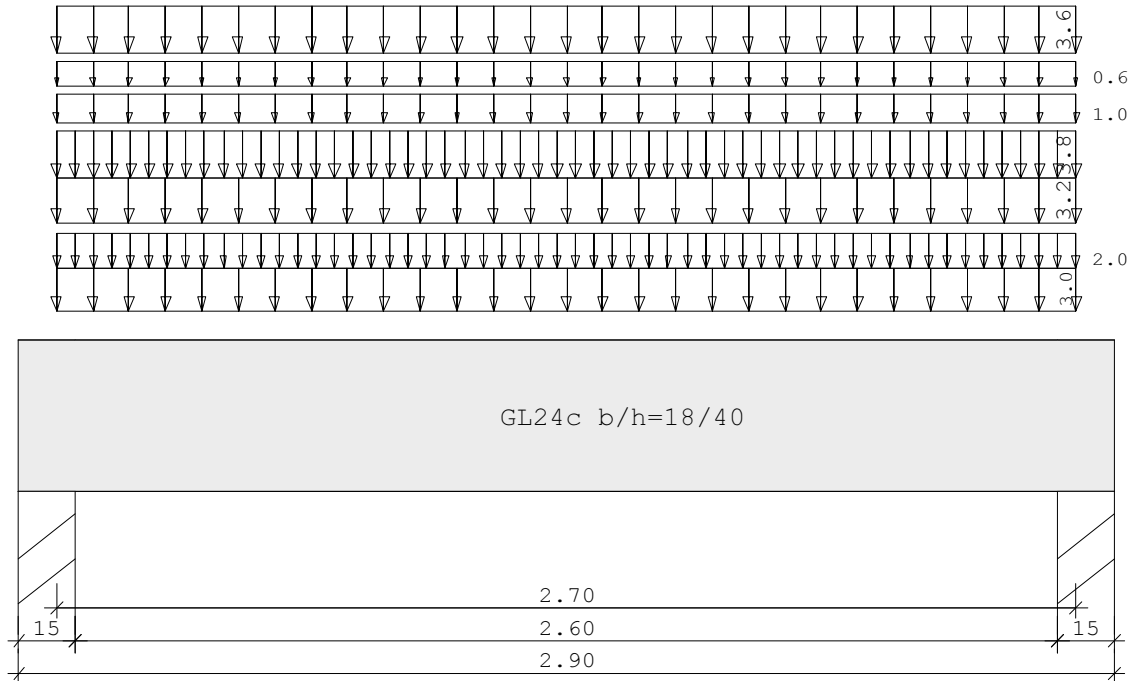
Nutzungsklasse:	1
gewählte Holzfestigkeit:	GL24c

Der Anschluss an die Brettsperrholzwand ist konstruktiv zur Lagesicherung durch den Zimmerer sicherzustellen.

Position: 0-U04 - Unterzug (Holz) im EG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 20



Holzträger System		GL24c Länge		Querschnittswerte			
Feld		L (m)		b (cm)	h (cm)	Iv (cm4)	
1		2.70	konstant	18.0	40.0	96000.0	
Belastung (kN,m)		Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L	
Feld	Typ	EG	Gr	a l/r	a l/r	Faktor	Abstand Länge ausPOS Phi
1	1	A		3.00	2.00	1.00	1-DO2
	1	A		3.20	3.80	1.00	0-D03
	1	A		1.00	0.00	1.00	Fassade
	1	A		0.60	0.00	1.00	Attika
	1	A		3.60	0.00	1.00	Wand

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 5.0 kN/m3 berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum					(kNm , kN)		
Feld	x0 =	Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	1.35	16.00	0.00	0.00	23.71	-23.71	2

Stützmomente Maximum					(kNm , kN)		
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	23.71	23.71	15.88	2
2	0.00	0.00	-23.71	0.00	23.71	15.88	2

Auflagerkräfte					(kN)	
Stütze	aus a	max a	min a	Vollast	max	min
1	15.88	7.83	0.00	23.71	23.71	15.88
2	15.88	7.83	0.00	23.71	23.71	15.88
Summe:	31.75	15.66	0.00	47.41	47.41	31.75

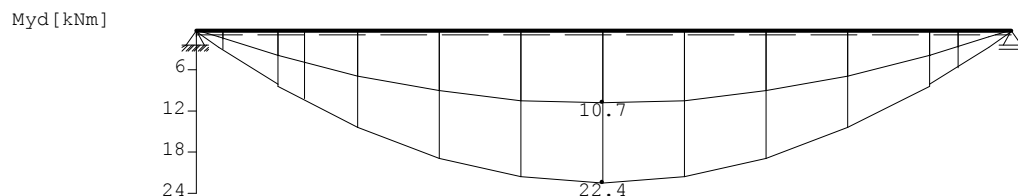
Auflagerkräfte					(kN)	
EG	Stütze 1		Stütze 2		max	min
	max	min	max	min		
g	15.9	15.9	15.9	15.9		
A	7.8	0.0	7.8	0.0		
Sum	23.7	15.9	23.7	15.9		

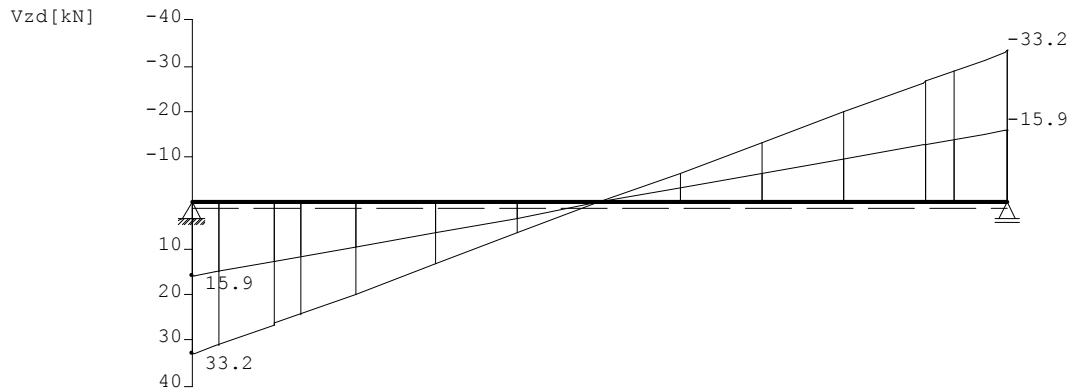
Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum					(kNm , kN)		
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	1.35	22.39	0.00	0.00	33.18	-33.18	A 2

Stützmomente Maximum					(kNm , kN)		
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	33.18	33.18	15.88	A 2
2	0.00	0.00	-33.18	0.00	33.18	15.88	A 2

Maßstab 1 : 25

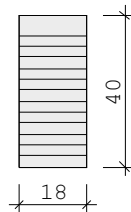




Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 GL24c
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 14080:2013

Nutzungsstufe 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$E_{mean} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 65 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k}, M_y = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k}, M_z = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k}, V_z = 3.5 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k}, V_y = 3.5 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 18/40$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld	x	$M_{y,d}$	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	
Nr.	(m)	(kNm)	(N/mm ²)	(N/mm ²)				komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	1.35	22.39	-4.67	4.67	1.00	0.80	0.30	A 2
	2.70	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.04$ nach EN 1995 3.3 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 18/40$

Stütze	x	$V_{z,d}$	τ_D	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)			komb
1 re	0.450	22.12	0.46	0.80	0.30	A 2
2 li	0.450	-22.12	0.46	0.80	0.30	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.71$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze	b	d	max F	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$	$f_{c,90,d}$	η	
Nr.	(cm)	(cm)	(kN)			(N/mm ²)			komb
1	15.0	18.0	33.2	0.80	1.50	1.02	1.54	0.44	A 2
2	15.0	18.0	33.2	0.80	1.50	1.02	1.54	0.44	A 2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3, 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (	wqB mm	w	zul w)	η	
1	1350	inst:	0.8	0.4	1.2	9.0	0.13	2
		fin:	1.2	0.4	1.7	13.5	0.12	2
		net:	1.2	0.2	1.4	9.0	0.16	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L					
Nr.	Feld	Typ	Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 2	3.00	2.00			1.00		
2		1	A 2	3.20	3.80			1.00		
3		1	A 1	1.00	0.00			1.00		
4		1	A 1	0.60	0.00			1.00		
5		1	A 1	3.60	0.00			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 5 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	x
3	.	.
4	.	.
5	.	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten je einzeln alternierend mit $\gamma_{G} = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.80	0.00	0.80	0.00	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld	x	b	d	My,d	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k _{crit}	k _{mod}	ϕM	$\sigma_d/f_{m,d}$	
Nr.	(m)	(cm)	(cm)	(kNm)	(N/mm ²)						komb
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1
	1.35	14.9	36.9	12.30	-3.64	3.64	1.00	1.00	0.13b		A 2
	2.70	14.9	36.9	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b		A 2

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze	x	V _{z,d}	τ_D	k _{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)			komb
1 re	0.426	10.87	0.30	0.60	0.14	1
2 li	0.426	-10.87	0.30	0.60	0.14	1
EN 1995	6.1.7 : k _{cr}	=	0.71			

Position: 0-U05 - Unterzug (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]:	18/40 cm
Stützweite [L]:	4,20 m
Auflagertiefe:	15 cm

Lastannahmen:

Streichlast aus Pos. 0-D07:	$g_k = 1,0 \text{ m} \times (0,2 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 + 2,0 \text{ kN/m}^2)$ $= 3,0 \text{ kN/m}$ $q_k = 1,0 \text{ m} \times 4,0 \text{ kN/m}^2 = 4,0 \text{ kN/m}$
aus Fassade (Metallvorhangfassade):	$g_k = 1,0 \text{ kN/m}$
aus Brüstung:	$g_k = 1,10 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 1,0 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

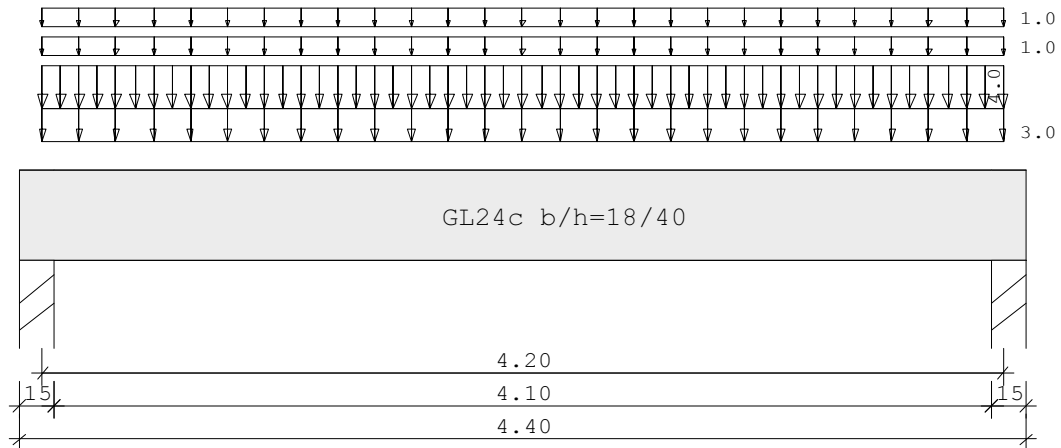
Nutzungsklasse:	1
gewählte Holzfestigkeit:	GL24c

Der Anschluss an die Brettsperrholzwand ist konstruktiv zur Lagesicherung durch den Zimmerer sicherzustellen.

Position: 0-U05 - Unterzug (Holz) im EG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 33



Holzträger System	GL24c Länge	Querschnittswerte			
Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	Iv (cm ⁴)
1	4.20		18.0	40.0	96000.0

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Tvp	EG	Gr	a l/r	a l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		3.00	4.00	1.00			0-D07	
	1	A		1.00	0.00	1.00			Fassade	
	1	A		1.00	0.00	1.00			Attika	

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 5.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	v	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf

die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0	=	Mf	M li	M re	V li	V re komb
1		2.10	20.64	0.00	0.00	19.66	-19.66 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	19.66	19.66	11.26	2
2	0.00	0.00	-19.66	0.00	19.66	11.26	2

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	11.26	8.40	0.00	19.66	19.66	11.26
2	11.26	8.40	0.00	19.66	19.66	11.26
Summe:	22.51	16.80	0.00	39.31	39.31	22.51

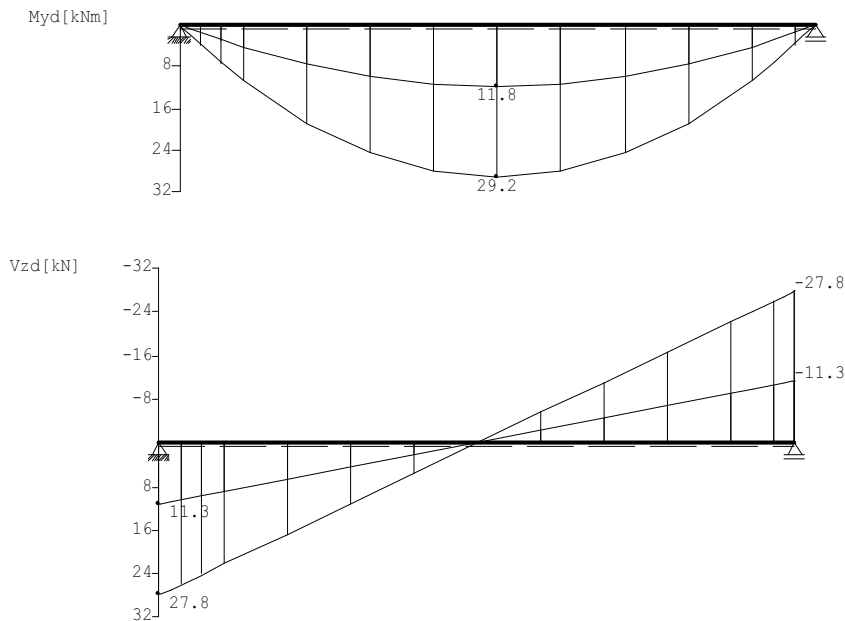
Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	11.3	11.3	11.3	11.3
A	8.4	0.0	8.4	0.0
Sum	19.7	11.3	19.7	11.3

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	2.10	29.19	0.00	0.00	27.80	-27.80	A 2

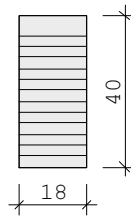
Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	27.80	27.80	11.26	A 2
2	0.00	0.00	-27.80	0.00	27.80	11.26	A 2

Maßstab 1 : 50



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 GL24c
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 14080:2013
 Nutzungsklasse 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$E_{mean} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 65 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k,My} = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k,Mz} = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k,Vz} = 3.5 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k,Vy} = 3.5 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 18/40$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	2.10	29.19	-6.08	6.08	1.00	0.80	0.40	A 2
	4.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $kh = 1.04$ nach EN 1995 3.3 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 18/40$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	0.450	21.84	0.45	0.80	0.30	A 2
2 li	0.450	-21.84	0.45	0.80	0.30	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.71$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,d}$	η	komb
1	15.0	18.0	27.8	0.80	1.50	0.86	1.54	0.37	A 2
2	15.0	18.0	27.8	0.80	1.50	0.86	1.54	0.37	A 2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3 , 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)	wgB (mm)	wqB (mm)	w (mm)	zul w (mm)	η	
1	2100	inst: 2.1 fin: 3.3 net: 3.3	1.5 1.8 0.7	3.6 5.1 4.0	14.0 21.0 14.0	0.26 0.24 0.29	2 2 2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L					
Nr.	Feld	Typ	Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 2	3.00	4.00			1.00		
2		1	A 1	1.00	0.00			1.00		
3		1	A 1	1.00	0.00			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 3 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	.
3	.	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
 je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
 vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
 Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.80	0.00	0.80	0.00	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld	x	b	d	$M_{y,d}$	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k_{crit}	k_{mod}	ϕM	$\sigma_{d,fm,d}$	komb
Nr.	(m)	(cm)	(cm)	(kNm)	(N/mm ²)	(N/mm ²)					
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1
	2.10	14.9	36.9	14.46	-4.28	4.28	1.00	1.00	0.16b		2
	4.20	14.9	36.9	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b		2

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze	x	$V_{z,d}$	τ_D	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)			
1 re	0.426	8.97	0.24	0.60	0.13	1
2 li	0.426	-8.97	0.24	0.60	0.13	1

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.71$

Position: 0-U06 - Unterzug (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]:	18/40 cm
Stützweite [L]:	2,00 m
Auflagertiefe:	20 cm

Lastannahmen:

aus Pos. 1-D02:	$g_k = 8,5 \text{ kN/m}$ $q_k = 5,3 \text{ kN/m}$
aus Pos. 1-U01 (Annahme Lastausbreitung 3,5m):	$g_k = 99,1 \text{ kN}/3,5 \text{ m} = 28,3 \text{ kN/m}$ $q_k = 57,1 \text{ kN}/3,5 \text{ m} = 16,3 \text{ kN/m}$
aus Pos. 0-D03:	$g_k = 8,4 \text{ kN/m}$ $q_k = 10,0 \text{ kN/m}$
Streichlast aus Pos. 0-D05:	$g_k = 1,0 \text{ m} \times (0,2 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 + 2,2 \text{ kN/m}^2)$ $= 3,2 \text{ kN/m}$ $q_k = 1,0 \text{ m} \times 3,8 \text{ kN/m}^2 = 3,8 \text{ kN/m}$
aus Wand (OG):	$g_k = 3,85 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5,0 \text{ kN/m}^3 = 3,5 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

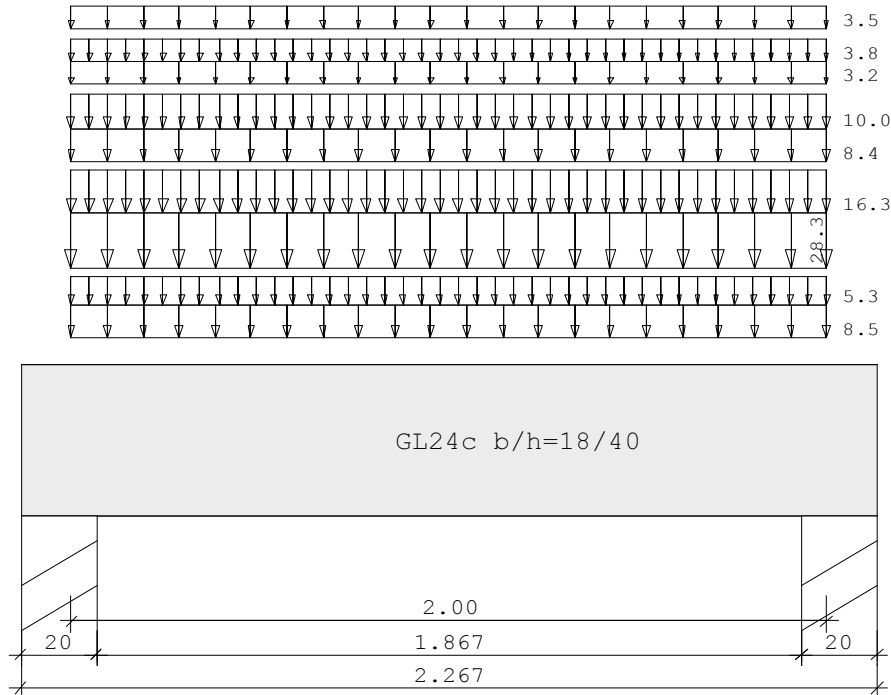
Nutzungsklasse:	1
gewählte Holzfestigkeit:	GL24c

Der Anschluss an die Brettsperrholzwand ist konstruktiv zur Lagesicherung durch den Zimmerer sicherzustellen.

Position: 0-U06 - Unterzug (Holz) im EG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 20



Holzträger System		GL24c Länge	Querschnittswerte				
Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	I _y (cm ⁴)		
1	2.00		18.0	40.0	96000.0		
Belastung (kN,m)		Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L		
Feld	Tvp	EG	Gr	a l/r	q l/r	Faktor	Abstand Länge ausPOS Phi
1	1	A		8.50	5.30	1.00	1-D02
	1	A		28.30	16.30	1.00	1-D01
	1	A		8.40	10.00	1.00	0-D03
	1	A		3.20	3.80	1.00	0-D05
	1	A		3.50	0.00	1.00	Wand

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 5.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	v	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)	
Feld	x0 =	Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	1.00	43.83	0.00	0.00	87.66	-87.66	2

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)	
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	87.66	87.66	52.26	2
2	0.00	0.00	-87.66	0.00	87.66	52.26	2

Auflagerkräfte							(kN)
Stütze	aus a	max a	min a	Vollast	max	min	
1	52.26	35.40	0.00	87.66	87.66	52.26	
2	52.26	35.40	0.00	87.66	87.66	52.26	
Summe:	104.52	70.80	0.00	175.32	175.32	104.52	

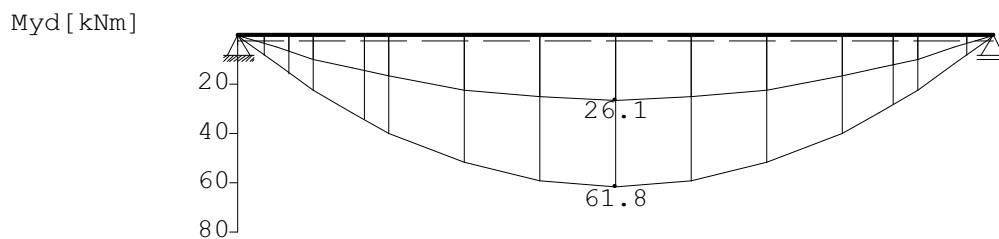
Auflagerkräfte					(kN)	
EG	Stütze 1		Stütze 2			
	max	min	max	min		
g	52.3	52.3	52.3	52.3		
A	35.4	0.0	35.4	0.0		
Sum	87.7	52.3	87.7	52.3		

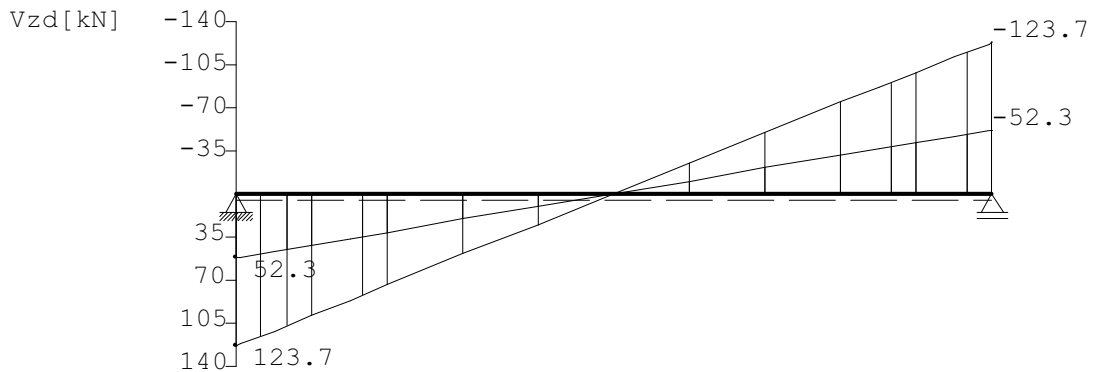
Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)	
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	1.00	61.83	0.00	0.00	123.65	-123.65	A 2

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)	
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	123.65	123.65	52.26	A 2
2	0.00	0.00	-123.65	0.00	123.65	52.26	A 2

Maßstab 1 : 20

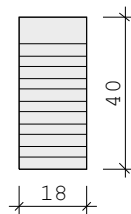




Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 GL24c
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 14080:2013

Nutzungsstufe 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$E_{mean} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 65 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k,My} = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k,Mz} = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k,Vz} = 3.5 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k,Vy} = 3.5 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 18/40$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	1.00	61.83	-12.88	12.88	1.00	0.80	0.84	A 2
	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.04$ nach EN 1995 3.3 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 18/40$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	0.467	65.95	1.37	0.80	0.89	A 2
2 li	0.467	-65.95	1.37	0.80	0.89	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.71$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,d}$ (N/mm ²)	η	komb
1	20.0	18.0	123.7	0.80	1.75	2.99	1.54	1.11 !! A	2
2	20.0	18.0	123.7	0.80	1.75	2.99	1.54	1.11 !! A	2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3, 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (	wqB mm	w	zul w)	η	
1	1000	inst:	1.0	0.7	1.7	6.7	0.26	2
		fin:	1.6	0.8	2.5	10.0	0.25	2
		net:	1.6	0.3	2.0	6.7	0.30	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L					
Nr.	Feld	Typ	Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 2	8.50	5.30			1.00		
2		1	A 2	28.30	16.30			1.00		
3		1	A 2	8.40	10.00			1.00		
4		1	A 2	3.20	3.80			1.00		
5		1	A 1	3.50	0.00			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 5 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	x
3	.	x
4	.	x
5	.	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten je einzeln alternierend mit $\gamma_{G1} = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.70	0.70	0.70	0.70	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld	x	b	d	My,d	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k _{crit}	k _{mod}	ϕM	$\sigma_d/f_{m,d}$		komb
Nr.	(m)	(cm)	(cm)	(kNm)	(N/mm ²)							
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00		1
	1.00	13.8	35.8	31.44	-10.67	10.67	1.00	0.90	0.43a		A	2
	2.00	13.8	35.8	0.00	0.00	0.00	1.00	0.90	0.00a		A	2

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze	x	V _{z,d}	τ_D	k _{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$		komb
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)				
1 re	0.425	30.07	1.06	0.60	0.52		1
2 li	0.425	-30.07	1.06	0.60	0.52		1
EN 1995	6.1.7 : k _{cr}	=	0.71				

Position: A-08 - Auflagerdetail Pos. 0-U06 auf Brettsperrholzwand (Auflagerverstärkung)

Nachweis der Auflagerpressung auf der BSP-Wand

gewählt: KLH 7s 180 DQ

Auflagerkraft Auflager:

$$N_{0,d} = 1,35 \times 52,3 \text{ kN} + 1,5 \times 35,4 \text{ kN} = 125 \text{ kN}$$

Pressfläche = Nettofläche der Hirnholzflächen:

$$A_{ef} = b \times t = 0,12 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} = 0,024 \text{ m}^2$$

$$b = (0,03 + 0,03 + 0,03 + 0,03) \text{ m} = 0,12 \text{ m}$$

(Lagen mit Fasern parallel zu Lastrichtung)

$$t = 0,20 \text{ m (Auflagertiefe)}$$

Nachweis:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{0,d} / A_{ef} \leq f_{c,0,d} = 0,9 \times 21 \text{ MN/m}^2 / 1,3 = 14,5 \text{ MN/m}^2 = 14500 \text{ kN/m}^2$$

$$125 \text{ kN} / 0,024 \text{ m}^2 = 5208,3 \text{ kN/m}^2 \leq 14500 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

Nachweis der Auflagerpressung des BSH-Trägers

ohne Verstärkung nicht erfüllt (siehe Bemessungsausgabe)

gewählte Verstärkung:

Stahlplatte + 2x SPAX Schraube 10x280 mm Vollgewinde mit CUT-Spitze oder glw.

Nachweis siehe nachfolgende Seiten

Position: A-08 - Auflagerdetail Pos. 0-U06 auf Brettsperrholzwand (Auflagerverstärkung)



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdrukverstärkung

Projekt 10
Pos. 0-U06 / Pos. 0-U06

VERSTÄRKUNGSSCHRAUBE - ENDAUFLAGER

2 x 1 Stk. SPAX 10,0 x 280 mm

Vollgewinde bis annähernd Kopf - Spitze CUT
ETA-12/0114

Kopf	Stahl	Antrieb	Schachtelinhalt	SPAX-Nr.	EAN-Nr.
Senkkopf	WIROX A9J	T-STAR plus T 50	50 Stk.	1201011002805	4003530246173

PROJEKT

Name
Projekt 10
Adresse

Postleitzahl Stadt

Land

KUNDE

Name
Kundennummer

Adresse

Postleitzahl Stadt

Land

BEMESSUNGSNORM

DIN EN 1995-1-1:2010-12+A1+A2

Telefon

Fax

E-Mail

GEOMETRIE

Trägerbreite (b)	180 mm
Trägerhöhe (h)	400 mm
Auflagerlänge (l_b)	200 mm
Auflagerbreite (b_b)	180 mm
Abstand vom Stahlplattenrand (a_p)	50 mm

MATERIALEIGENSCHAFTEN

Träger	Brettschichtholz
Festigkeitsklasse	GL24c
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
ρ_k	365,00 kg/m ³

LASTEINWIRKUNGEN

Lasteinwirkung	125,0 kN
Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED)	Mittel
Nutzungs-kategorie	1

BEMESSUNGSBEIWERTE

k_{mod}	0,80
$\gamma_M(Balken)$	1,30
$\gamma_M(F_{ki,d})$	1,10
$\gamma_M(R_{ax,d})$	1,30
$k_{c,90}$	1,75

EIGENSCHAFTEN DER SCHRAUBE

d_1	10,0 mm	$f_{ax,k}$	11,50 N/mm ²
d_2	6,1 mm	$f_{y,k}$	1.000,00 N/mm ²
d_h	18,6 mm		
L	280 mm		



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

BEMESSUNG

Balkenauflagekraft ohne Verstärkung

R_d	125,00 kN
$l_{ef,1} = l_b + 2 \cdot \min(30; l_b)$	230,00 mm
$A_{ef,1} = l_{ef,1} \cdot \min(b; b_b)$	41.400,00 mm ²
$\sigma_{c,90,d} = \frac{R_d}{A_{ef,1}}$	3,02 N/mm ²
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
$k_{c,90}$	1,75
k_{mod}	0,80
γ_M	1,30
$f_{c,90,d} = k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	2,69 N/mm ²
$R_{c,90,d} = f_{c,90,d} \cdot A_{ef,1}$	111,46 kN
$\eta = \frac{\sigma_{c,90,d}}{f_{c,90,d}} = \frac{R_d}{R_{c,90,d}}$	112,15 %



SPAX Design Software v2.7.0
 M12 - Querdruckverstärkung

VERSTÄRKUNG UNTEN AUSFÜHRUNG

Knickwiderstand SPAX Schraube oder Gewindestange (axialer Druck)

$E_s \cdot I_s = 210000 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot d_2^4$	14.272.778,75 N · mm ²
α	90,00 °
ρ_k	365,00 kg/m ³
$c_h = (0.19 + 0.012 \cdot d_1) \cdot \rho_k \cdot \frac{90+\alpha}{180}$	113,15
$N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s}$	40.186,63 N
$f_{y,k}$	1.000,00 N/mm ²
$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_2^2}{4} \cdot f_{y,k}$	29.224,67 N
$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}}$	0,85
$k = 0.5 \cdot [1 + 0.49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0.2) + \bar{\lambda}_k^2]$	1,02
$\kappa_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}}$	0,63
$F_{ki,k} = \kappa_c \cdot N_{pl,k}$	18.385,01 N
γ_M	1,10
$F_{ki,d} = \frac{F_{ki,k}}{\gamma_M}$	16,71 kN

Auszieh Widerstand (= Tragfähigkeit Gewinde auf Druck)

$f_{ax,k}$	11,50 N/mm ²
l_{ef}	274,00 mm
ρ_k	365,00 kg/m ³
$R_{ax,k} = f_{ax,k} \cdot d_1 \cdot l_{ef} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^{0.8}$	32,59 kN
k_{mod}	0,80
γ_M	1,30
$R_{ax,d} = R_{ax,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	20,05 kN



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

Balkenauflagekraft mit Verstärkung

R_d	125,00 kN
$l_{ef,2}$	470,00 mm
$A_{ef,2} = l_{ef,2} \cdot \min(b; b_b)$	84.600,00 mm ²
$f_{c,90,k}$	2,50 N/mm ²
k_{mod}	0,80
γ_M	1,30
n_{ef}	2,00
$R_{ki,d} = \min(R_{ax,d}; F_{ki,d})$	16,71 kN
$R_{c,90,d,1} = A_{ef,1} \cdot k_{c,90} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} + n_{ef} \cdot R_{ki,d}$	= 111,46 + 33,43 = 144,89 kN
$R_{c,90,d,2} = A_{ef,2} \cdot f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	130,15 kN
$R_{c,90,d} = \min(R_{c,90,d,1}; R_{c,90,d,2})$	130,15 kN
$\eta = \frac{R_d}{R_{c,90,d}}$	96,04 %



SPAX Design Software v2.7.0

M12 - Querdruckverstärkung

MINDESTABSTÄNDE

Unten

Abstand	Min.	Vorhanden
$a_1 = 5 \cdot d_1$	= 50 mm	≤ 140 mm
$a_{3,c} = 5 \cdot d_1$	= 50 mm	≤ 50 mm
$a_{4,c} = 3 \cdot d_1$	= 30 mm	≤ 90 mm
$a = d_h/2$	= 10 mm	≤ 50 mm

HINWEISE

1. Bemessung nach DIN EN 1995-1-1:2010-12+A1+A2 und den jeweiligen Nationalen Anhängen und ETA-12/0114
2. Die charakteristischen Werte der verwendeten Hölzer entsprechen EN 338:2009 (Vollholz / Konstruktionsvollholz) und EN 14080:2013 (Brettschichtholz), bzw. der nationalen Vorgaben.
3. Die Schrauben dürfen nur für vorwiegend ruhende Belastungen verwendet werden.
4. Eine angemessene Stahlplatte, mit ca. 10mm Dicke nach gesondertem Nachweis ist bei dieser Verstärkung erforderlich.
5. Die Schrauben sind, soweit nicht anders angegeben, ohne Vorbohren einzuschrauben.
6. Die Berechnung, die Anordnung, die Menge der Schrauben und andere Inhalte beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von SPAX, die in der SPAX Design Software aufgezeigt werden.
7. Die Auswahl einer längeren Schraube kann aus konstruktiven Gründen empfehlenswert sein.

WICHTIG

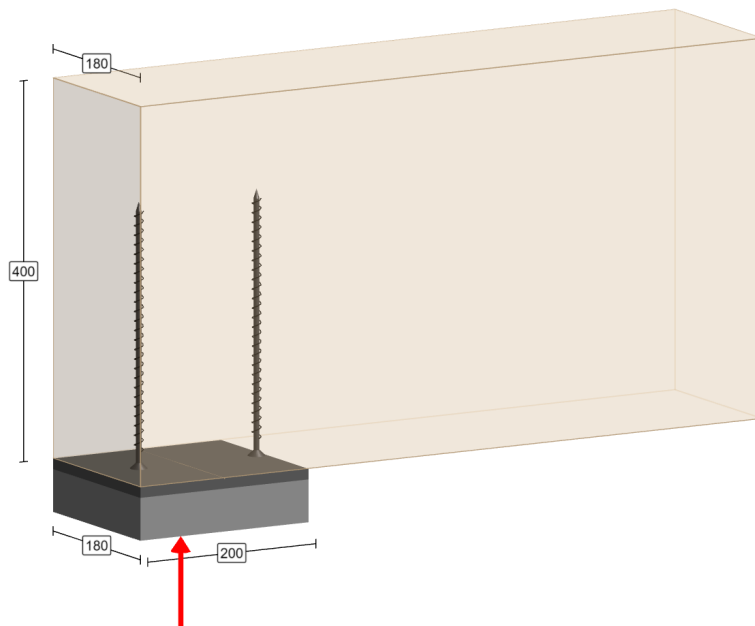
Die in der SPAX Design Software angegebenen Maße sind in der Ergebnisausgabedatei nochmals auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Desweiteren sind die empfohlenen Werte, Art und Anzahl der Schrauben eine Planungshilfe, die durch autorisierte Planer und Architekten auf ihre Richtigkeit geprüft werden müssen. Die jeweils gültige Nutzungsvereinbarung, die Datenschutzerklärung und die Allgemeinen Geschäftsbedingungen liegen zu Grunde und wurden vom Nutzer vor dem Start der SPAX Design Software anerkannt.

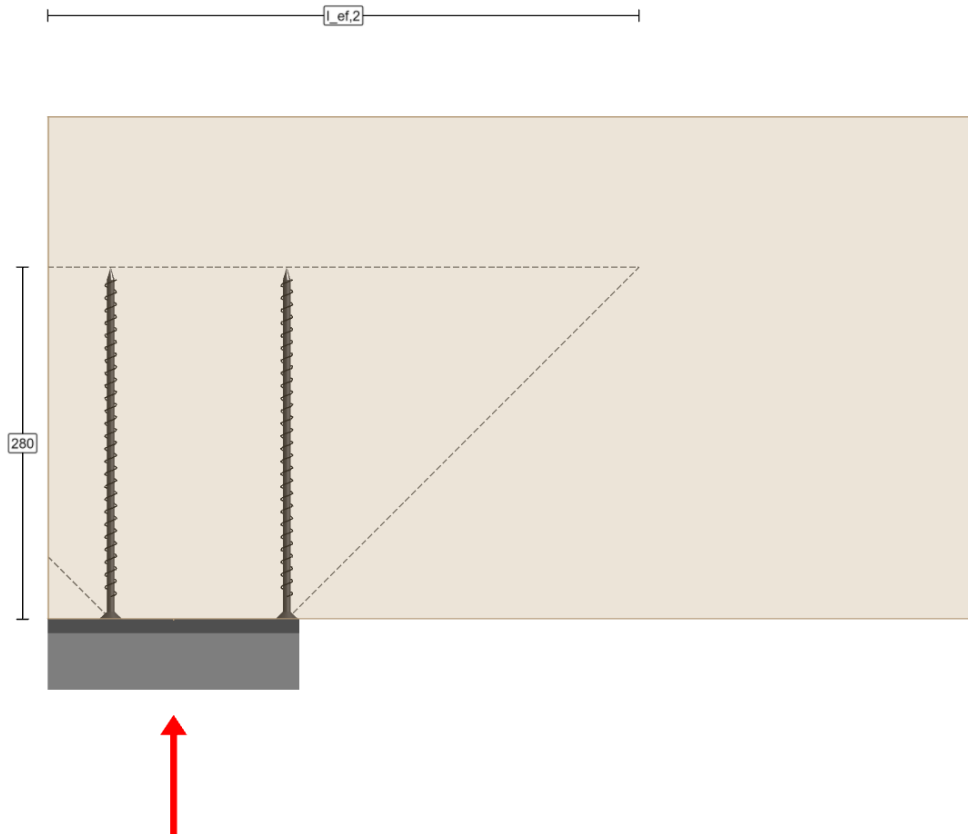
SPAX Design Software v2.7.0
M12 - Querdruckverstärkung



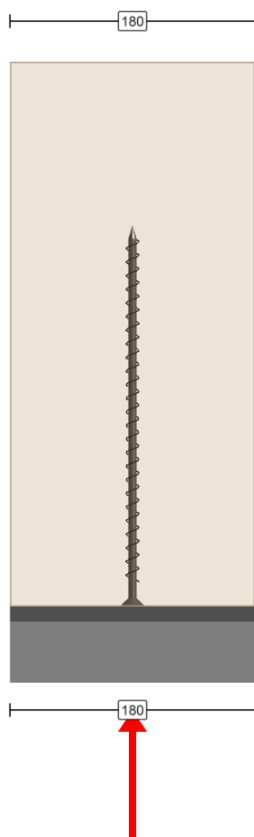
[mm]



SPAX Design Software v2.7.0
M12 - Querdruckverstärkung



SPAX Design Software v2.7.0
M12 - Querdruckverstärkung



Position: 0-U07 - Sturz (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]:

Feld 1: 18/40 cm

Feld 2: 18/>90 cm

Die Bemessung des Sturzes (BSP) wird für einen Ersatzquerschnitt durchgeführt, bei welchem nur die horizontalen Lamellen der Wand angesetzt werden.

Ersatzquerschnitt [b/h]:

Feld 1: 6/40 cm

Feld 2: 6/>90 cm

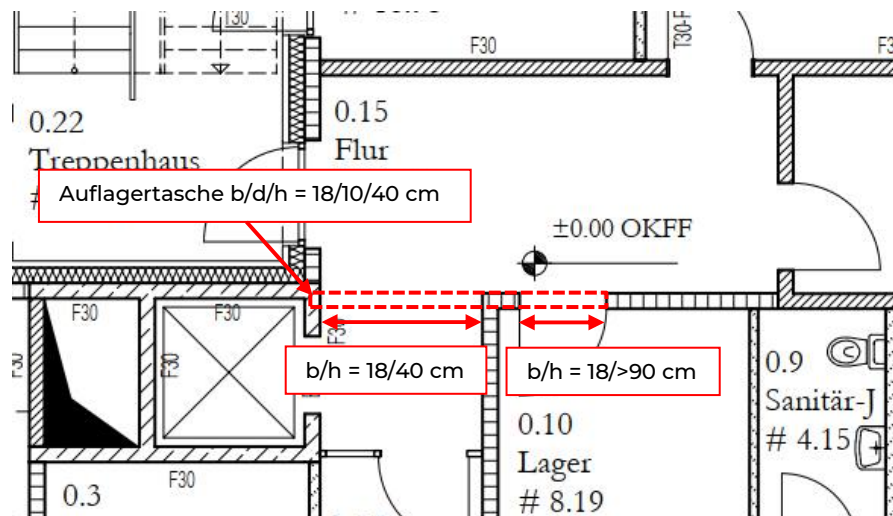
Stützweiten [L]:

Feld 1: 2,20 m

Feld 2: 1,35 m

Auflagertasche in Stb.-Wand [b/d/h]:

18/10/40 cm (d = Auflagertiefe → 10 cm)



Alternative zu Auflagertasche: Stahleinbauteil (Schwert + Bolzen)

Lastannahmen:

Feld 1&2

aus Pos. 0-D06:

$$g_k = 4,4 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 5,3 \text{ kN/m}$$

Feld 1

Streichlast aus Pos. 0-D03:

$$g_k = 1,0 \text{ m} \times (0,2 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 + 2,2 \text{ kN/m}^2) \\ = 3,2 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 1,0 \text{ m} \times 3,8 \text{ kN/m}^2 = 3,8 \text{ kN/m}$$

Feld 2

aus Pos. 0-D05:

$$g_k = 6,6 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 8,0 \text{ kN/m}$$

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:

1

gewählte Holzfestigkeit:

C24 (KLH 7s 180 DQ)

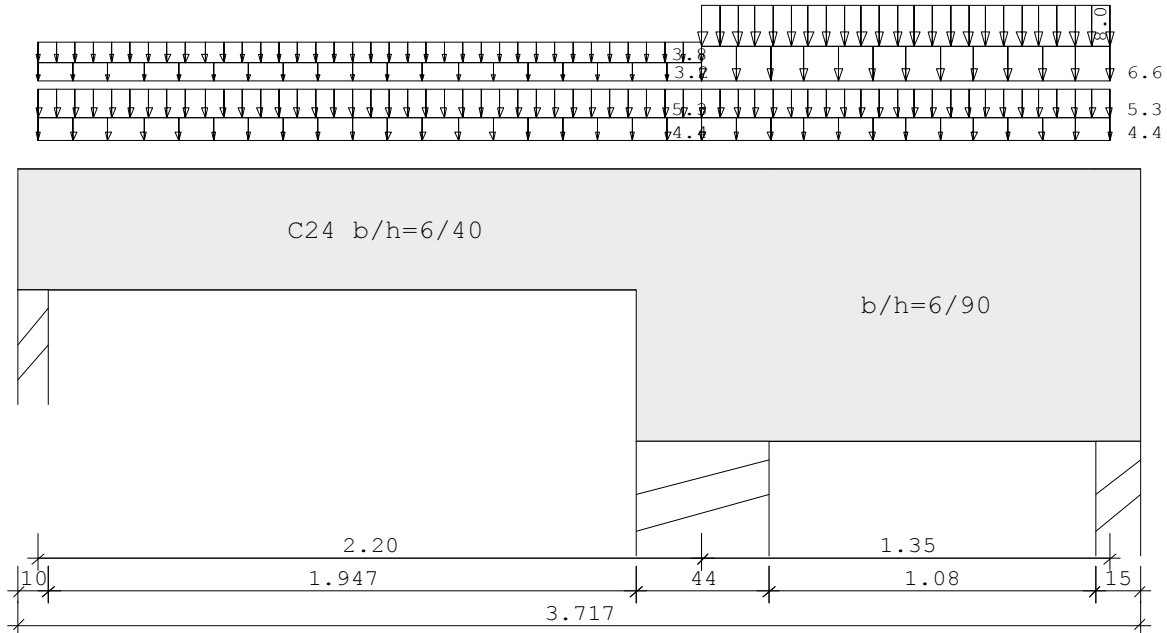
Aufgrund der Modellierung des Ersatzquerschnittes sind die bemessungsintern geführten Auflagerpressungsnachweise nicht korrekt. Darüber hinaus darf bei Brettsperrholz mit einer erhöhten Druckfestigkeit in Faserrichtung ($f_{c,0,k}$) gerechnet werden, während sich die Pressfläche aus der Nettofläche der Hirnholzflächen ergibt. Auch dies kann aufgrund der Modellierung nicht programmintern berücksichtigt werden.

Der Nachweis der Auflagerpressung für Auflager 1 (Auflagertasche) wird anschließend gesondert geführt (siehe Pos. 0-U07 – Detailnachweis Auflagerpressung).

Position: 0-U07 - Sturz (Holz) im EG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 25



Holzträger über 2 Felder C24

System	Länge	Querschnittswerte			
Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	I _y (cm ⁴)
1	2.20	konstant	6.0	40.0	32000.0
2	1.35	konstant	6.0	90.0	364500.0

Feld 2 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Belastung (kN,m)		Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L						
Feld	Typ	EG	Gr	q	l/r	q	l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		4.40	5.30	1.00					0-D06	
	1	A		3.20	3.80	1.00					0-D03	
2	1	A		4.40	5.30	1.00					0-D06	
	1	A		6.60	8.00	1.00					0-D05	

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 6.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mf	M li	M re	V li	V re komb
1	x0 =	0.84	5.88	0.00	-9.80	14.07	-22.98 2
2	x0 =	0.82	3.49	-4.73	0.00	20.13	-13.12 3

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze			M li	M re	V li	V re	max F min F komb
1			0.00	0.00	0.00	14.07	14.07 6.37 2
2			-9.96	-9.96	-23.05	24.00	47.05 21.63 4
3			0.00	0.00	-13.12	0.00	13.12 0.38 3

Auflagerkräfte							(kN)
Stütze	aus a	max a	min a	Vollast	max	min	
1	6.44	7.64	-0.07	14.00	14.07	6.37	
2	21.63	25.42	0.00	47.05	47.05	21.63	
3	4.25	8.86	-3.87	9.25	13.12	0.38	
Summe:	32.32	41.92	-3.94	70.30	74.24	28.38	

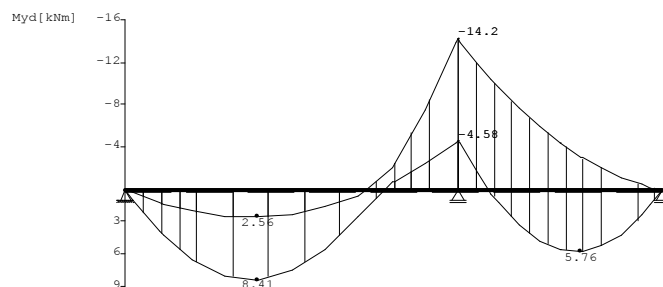
Auflagerkräfte							(kN)
EG	Stütze 1		Stütze 2		Stütze 3		
	max	min	max	min	max	min	
g	6.4	6.4	21.6	21.6	4.3	4.3	
A	7.6	-0.1	25.4	0.0	8.9	-3.9	
Sum	14.1	6.4	47.1	21.6	13.1	0.4	

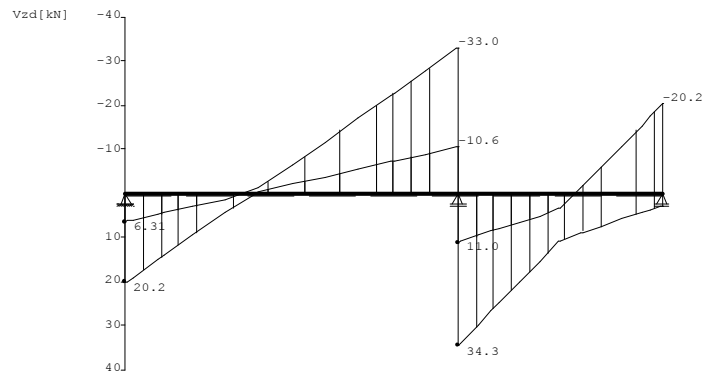
Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re komb
1	x0 =	0.84	8.43	0.00	-13.97	20.17	-32.86 A 2
2	x0 =	0.78	5.78	-4.86	0.00	27.38	-20.19 A 3

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze			Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F min F komb
1			0.00	0.00	0.00	20.16	20.17 6.31 A 2
2			-14.25	-14.25	-32.99	34.34	67.33 21.63 A 4
3			0.00	0.00	-20.19	0.00	20.19 -2.70 A 3

Maßstab 1 : 50





Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016

Nutzungsstufe 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_{M(A)} = 1.00$



$E_{mean} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 69 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k}, M_y = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k}, M_z = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k}, V_z = 4.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k}, V_y = 4.0 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	0.84	8.43	-5.27	5.27	1.00	0.80	0.36	A 2
	2.20	-14.25	8.91	-8.91	1.00	0.80	0.60	A 4
2	0.00	-14.25	1.76	-1.76	1.00	0.80	0.12	A 4
	0.78	5.78	-0.71	0.71	1.00	0.80	0.05	A 3
	0.78	5.78	-0.71	0.71	1.00	0.80	0.05	A 3
	1.35	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 4

Der Beiwert k_h nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.
 Bei Querschnittssprüngen sind zusätzliche Nachweise erforderlich.

Schubspannungen

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	0.433	9.72	0.61	0.80	0.49	A 2
2 li	0.620	-18.05	1.13	0.80	0.70 *	A 4
re	1.120	-12.08	0.34	0.80	0.27	A 3
3 li	0.950	20.24	0.56	0.80	0.46	A 4

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

* : k_{cr} nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7(2) um 30% erhöht.

Bei Querschnittssprüngen sind zusätzliche Nachweise erforderlich.

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	k _{mod}	k _{c90}	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,d}$	η	komb
1	10.0	6.0	20.2	0.80	1.00	2.59	1.54	1.68 !! A	2
2	44.0	6.0	67.3	0.80	1.00	2.24	1.54	1.46 !! A	4
3	15.0	6.0	20.2	0.80	1.00	1.87	1.54	1.22 !! A	3

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3, 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		w _{gB} (	w _{qB} mm	w	zul w)	η	
1	880	inst:	0.3	0.3	0.6	7.3	0.09	2
		fin:	0.5	0.4	0.9	11.0	0.08	2
		net:	0.5	0.2	0.6	7.3	0.09	2
2	540	inst:	0.0	0.0	0.0	4.5	0.00	2
		fin:	0.0	0.0	0.0	6.8	0.00	2
		net:	0.0	0.0	0.0	4.5	0.00	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)		Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L				
Nr.	Feld	Typ	Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 1	4.40	5.30			1.00		
2		1	A 1	3.20	3.80			1.00		
3	2	1	A 2	4.40	5.30			1.00		
4		1	A 2	6.60	8.00			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 4 Lasten

Last	K1	K2	K3	K4
	g	g	g	g
1	.	x	.	x
2	.	x	.	x
3	.	.	x	x
4	.	.	x	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.80	0.80	0.80	0.00	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld	x	b	d	My,d	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k _{crit}	k _{mod}	ϕM	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
Nr.	(m)	(cm)	(cm)	(kNm)	(N/mm ²)						
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1
	0.83	-0.2	36.9	3.64	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b		A 2
	2.20	-0.2	36.9	-6.19	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b		A 4
2	0.00	-0.2	86.9	-6.19	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b		A 4
	0.90	-0.2	86.9	1.56	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b		A 3
	1.35	-0.2	86.9	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b		A 4

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze	x	V _{z,d}	τ_D	k _{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)			
1 re	0.409	4.44	0.00	0.80	0.00	A 2
2 li	0.596	-8.09	0.00	0.80	0.00 *	A 4
re	1.096	-3.02	0.00	0.80	0.00	A 3
3 li	0.926	8.43	0.00	0.80	0.00	A 4

EN 1995 6.1.7 : k_{cr} = 0.50

* : k_{cr} nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7(2) um 30% erhöht.

Bei Querschnittssprüngen sind zusätzliche Nachweise erforderlich.

Position: 0-U07 - Detailnachweis Auflagerpressung

Nachweis der Auflagerpressung

gewählt: KLH 7s 180 DQ

Auflagerkraft Auflager 1:

$$N_{0,d} = 1,35 \times 6,5 \text{ kN} + 1,5 \times 7,7 \text{ kN} = 20,5 \text{ kN}$$

Pressfläche = Nettofläche der Hirnholzflächen:

$$A_{ef} = b \times t = 0,12 \text{ m} \times 0,10 \text{ m} = 0,012 \text{ m}^2$$

$$b = (0,03 + 0,03 + 0,03 + 0,03) \text{ m} = 0,12 \text{ m} \text{ (Lagen mit Fasern parallel zu Lastrichtung)}$$

$$t = 0,10 \text{ m} \text{ (Auflagertiefe Auflagertasche)}$$

Nachweis:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{0,d}/A_{ef} \leq f_{c,0,d} = 0,8 \times 21 \text{ MN/m}^2 / 1,3 = 12,9 \text{ MN/m}^2 = 12900 \text{ kN/m}^2$$

$$20,5 \text{ kN} / 0,012 \text{ m}^2 = 1708,3 \text{ kN/m}^2 \leq 12900 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

Position: 0-U08 - Sturz (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]: 18/>130 cm

Die Bemessung des Sturzes (BSP) wird für einen Ersatzquerschnitt durchgeführt, bei welchem nur die horizontalen Lamellen der Wand angesetzt werden.

Ersatzquerschnitt [b/h]: 6/>130 cm

max. Stützweite [L]: 1,20 m

Lastannahmen:

maßgebend: Achse C

aus Pos. 1-D02: $g_k = 8,5 \text{ kN/m}$

$q_k = 5,3 \text{ kN/m}$

aus Pos. 1-D01: $g_k = 9,6 \text{ m/2} \times (0,16 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 + 2,0 \text{ kN/m}^2)$
 $= 13,5 \text{ kN/m}$

$q_k = 9,6 \text{ m/2 m} \times 2,0 \text{ kN/m}^2 = 9,6 \text{ kN/m}$

aus Pos. 0-D03: $g_k = 8,4 \text{ kN/m}$

$q_k = 10,0 \text{ kN/m}$

Streichlast aus Pos. 0-D05: $g_k = 1,0 \text{ m} \times (0,2 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 + 2,2 \text{ kN/m}^2)$
 $= 3,2 \text{ kN/m}$

$q_k = 1,0 \text{ m} \times 3,8 \text{ kN/m}^2 = 3,8 \text{ kN/m}$

aus Wand (OG): $g_k = 3,85 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5,0 \text{ kN/m}^3 = 3,5 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

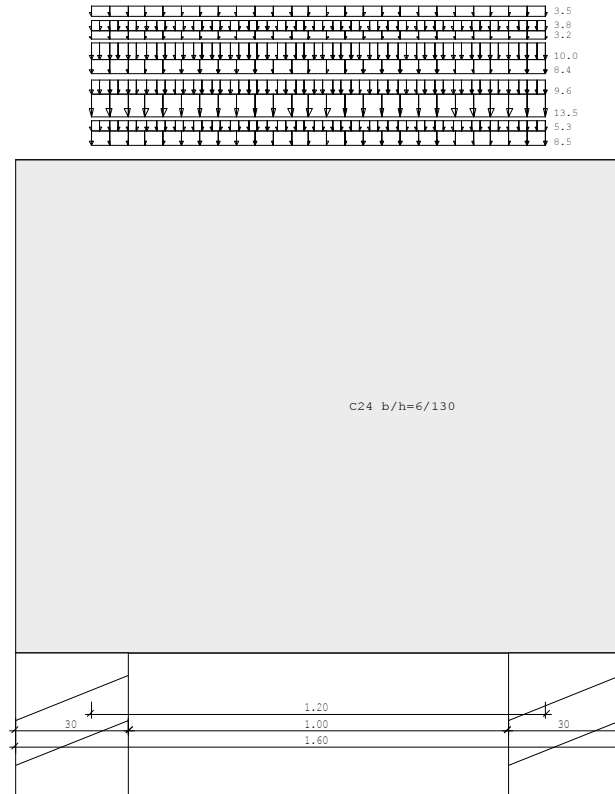
Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	R30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 (KLH 7s 180 DQ)

Aufgrund der Modellierung des Ersatzquerschnittes sind die bemessungsintern geführten Auflagerpressungsnachweise nicht korrekt. Darüber hinaus darf bei Brettsperrholz mit einer erhöhten Druckfestigkeit in Faserrichtung ($f_{c,0,k}$) gerechnet werden, während sich die Pressfläche aus der Nettofläche der Hirnholzflächen ergibt. Auch dies kann aufgrund der Modellierung nicht programmintern berücksichtigt werden. Die Auflagerpressung wurde in einer separaten Rechnung überprüft.

Position: 0-U08 - Sturz (Holz) im EG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 20



Holzträger C24
 System Länge

Querschnittswerte

Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	Iv (cm ⁴)
1	1.20	konstant	6.0	130.0	1.099e+6

Feld 1 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Typ	EG	Gr	q l/r	q l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		8.50	5.30	1.00			1-D02	
	1	A		13.50	9.60	1.00			1-D01	
	1	A		8.40	10.00	1.00			0-D03	
	1	A		3.20	3.80	1.00			0-D05	
	1	A		3.50	0.00	1.00			Wand	

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 6.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	v	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3
 In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).
 In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)	
Feld	x0 =	Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	0.60	11.93	0.00	0.00	39.76	-39.76	2

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)	
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	39.76	39.76	22.54	2
2	0.00	0.00	-39.76	0.00	39.76	22.54	2

Auflagerkräfte						(kN)	
Stütze	aus a	max a	min a	Vollast	max	min	
1	22.54	17.22	0.00	39.76	39.76	22.54	
2	22.54	17.22	0.00	39.76	39.76	22.54	
Summe:	45.08	34.44	0.00	79.52	79.52	45.08	

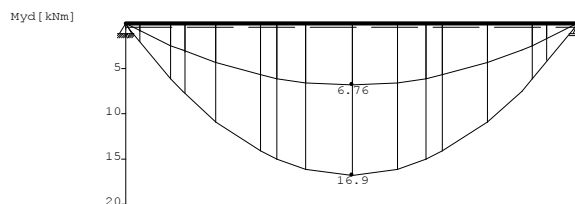
Auflagerkräfte						(kN)	
EG	Stütze 1		Stütze 2		Sum		
	max	min	max	min			
g	22.5	22.5	22.5	22.5			
A	17.2	0.0	17.2	0.0			
Sum	39.8	22.5	39.8	22.5			

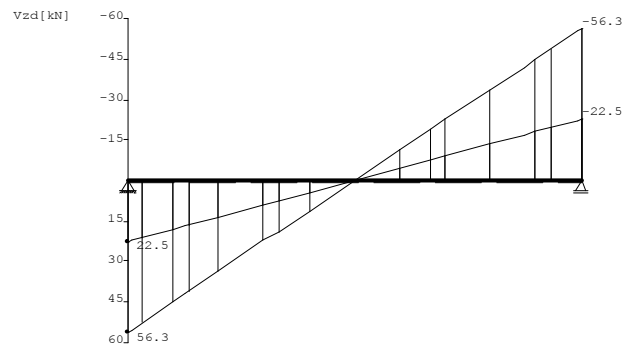
Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)	
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	0.60	16.88	0.00	0.00	56.26	-56.26	A 2

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)	
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	56.26	56.26	22.54	A 2
2	0.00	0.00	-56.26	0.00	56.26	22.54	A 2

Maßstab 1 : 20

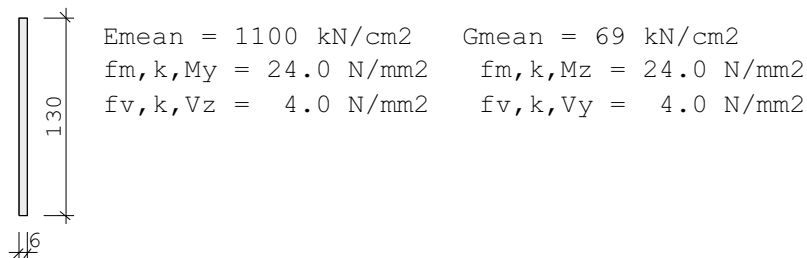




Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016

Nutzungsstufe 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_{M(A)} = 1.00$



Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 6/130$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld	x	My,d	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
Nr.	(m)	(kNm)	(N/mm²)	(N/mm²)				
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	0.60	16.88	-1.00	1.00	1.00	0.80	0.07	A 2
	1.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.60	0.00	1

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 6/130$

Stütze	x	Vz,d	τ_D	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm²)			
1 re	1.200	-56.25	1.08	0.80	0.88	A 2
2 li	1.200	56.25	1.08	0.80	0.88	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50$ N/mm²

Stütze	b	d	max F	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$	$f_{c,90,d}$	η	komb
Nr.	(cm)	(cm)	(kN)			(N/mm²)			
1	30.0	6.0	56.3	0.80	1.50	2.84	1.54	1.23 !!	A 2
2	30.0	6.0	56.3	0.80	1.50	2.84	1.54	1.23 !!	A 2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3, 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (	wqB mm	w	zul w)	η	
1	600	inst:	0.0	0.0	0.0	4.0	0.00	2
		fin:	0.0	0.0	0.0	6.0	0.00	2
		net:	0.0	0.0	0.0	4.0	0.00	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L					
Nr.	Feld	Typ	Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 2	8.50	5.30			1.00		
2		1	A 2	13.50	9.60			1.00		
3		1	A 2	8.40	10.00			1.00		
4		1	A 2	3.20	3.80			1.00		
5		1	A 1	3.50	0.00			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 5 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	x
3	.	x
4	.	x
5	.	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten je einzeln alternierend mit $\gamma_{G1} = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.80	0.80	0.80	0.00	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld	x	b	d	My,d	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k _{crit}	k _{mod}	ϕ	M	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
Nr.	(m)	(cm)	(cm)	(kNm)	(N/mm ²)							
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00		1
	0.60	-0.2	126.9	8.31	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	b		A 2
	1.20	-0.2	126.9	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	b		1

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze	x	V _{z,d}	τ_D	k _{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)			
1 re	1.200	-22.54	0.00	0.60	0.00	1
2 li	1.200	22.54	0.00	0.60	0.00	1

EN 1995 6.1.7 : k_{cr} = 0.50

Position: 0-U09 - Sturz (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]: 18/>130 cm

Die Bemessung des Sturzes (BSP) wird für einen Ersatzquerschnitt durchgeführt, bei welchem nur die horizontalen Lamellen der Wand angesetzt werden.

Ersatzquerschnitt [b/h]: 6/>130 cm

max. Stützweite [L]: 1,45 m

Lastannahmen:

maßgebend: Achse 1'

aus Pos. 0-D04: $g_k = 20,3 \text{ kN/m}$
 $q_k = 38,1 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

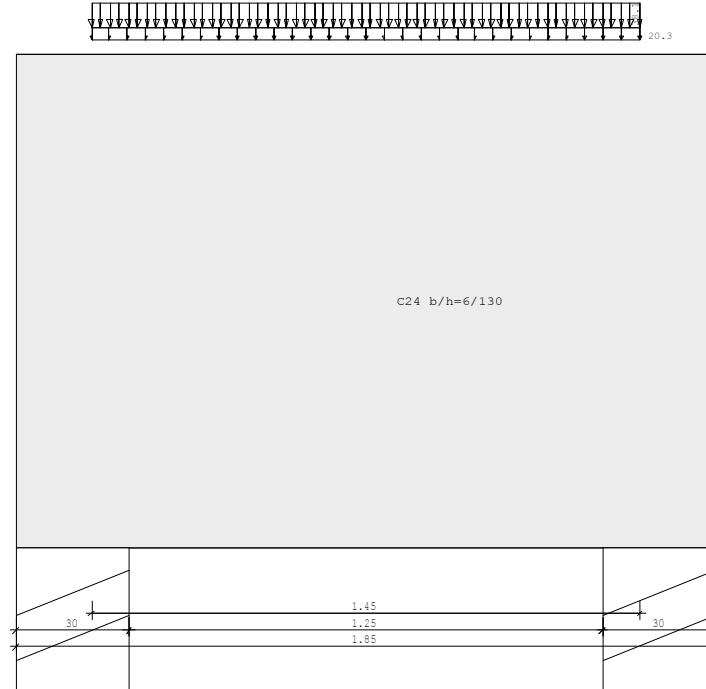
Nutzungsklasse: 1
Feuerwiderstand: R30
gewählte Holzfestigkeit: C24 (KLH 7s 180 DQ)

Aufgrund der Modellierung des Ersatzquerschnittes sind die bemessungsintern geführten Auflagerpressungsnachweise nicht korrekt. Darüber hinaus darf bei Brettsperrholz mit einer erhöhten Druckfestigkeit in Faserrichtung ($f_{c,0,k}$) gerechnet werden, während sich die Pressfläche aus der Nettofläche der Hirnholzflächen ergibt. Auch dies kann aufgrund der Modellierung nicht programmintern berücksichtigt werden. Die Auflagerpressung wurde in einer separaten Rechnung überprüft.

Position: 0-U09 - Sturz (Holz) im EG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 20



Holzträger C24
 System Länge

Querschnittswerte

Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	Iv (cm ⁴)
1	1.45	konstant	6.0	130.0	1.099e+6

Feld 1 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
---------------------	----------	--	---

Feld	Typ	EG	Gr	q	I/r	q	I/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		20.30	38.10			1.00			0-D04	

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 6.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	v	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum				(kNm , kN)			
Feld	x0 =	Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	0.73	15.47	0.00	0.00	42.68	-42.68	2

Stützmomente Maximum				(kNm , kN)			
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	42.68	42.68	15.06	2
2	0.00	0.00	-42.68	0.00	42.68	15.06	2

Auflagerkräfte				(kN)		
Stütze	aus a	max a	min a	Vollast	max	min
1	15.06	27.62	0.00	42.68	42.68	15.06
2	15.06	27.62	0.00	42.68	42.68	15.06
Summe:	30.11	55.25	0.00	85.36	85.36	30.11

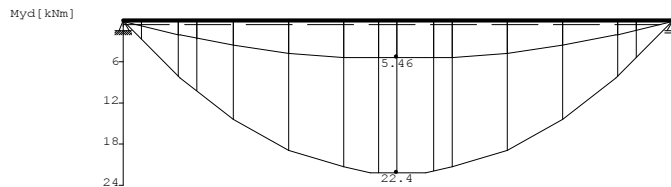
Auflagerkräfte					(kN)	
EG	Stütze 1		Stütze 2		max	min
	max	min	max	min		
g	15.1	15.1	15.1	15.1		
A	27.6	0.0	27.6	0.0		
Sum	42.7	15.1	42.7	15.1		

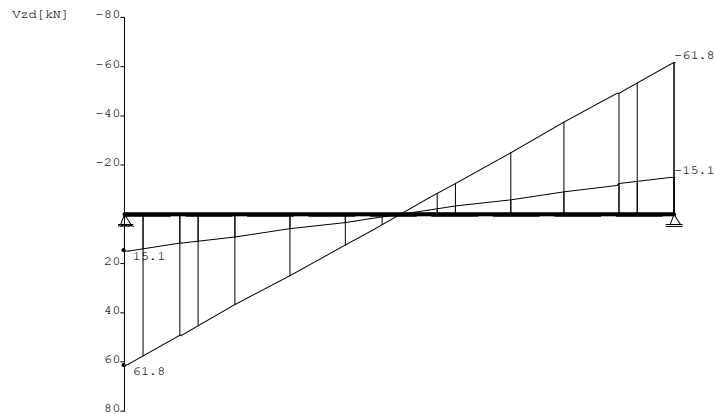
Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum				(kNm , kN)			
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	0.73	22.39	0.00	0.00	61.76	-61.76	A 2

Stützmomente Maximum				(kNm , kN)			
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	61.76	61.76	15.06	A 2
2	0.00	0.00	-61.76	0.00	61.76	15.06	A 2

Maßstab 1 : 20





Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016

Nutzungs-kategorie 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$E_{mean} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 69 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k}, M_y = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k}, M_z = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k}, V_z = 4.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k}, V_y = 4.0 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 6/130$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	0.73	22.39	-1.32	1.32	1.00	0.80	0.09	A 2
	1.45	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 6/130$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	1.400	-57.50	1.11	0.80	0.90	A 2
2 li	1.400	57.50	1.11	0.80	0.90	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,d}$ (N/mm ²)	η	komb
1	30.0	6.0	61.8	0.80	1.50	3.12	1.54	1.35 !! A	2
2	30.0	6.0	61.8	0.80	1.50	3.12	1.54	1.35 !! A	2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3, 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (	wqB mm	w	zul w)	η	
1	725	inst:	0.0	0.0	0.0	4.8	0.01	2
		fin:	0.0	0.0	0.0	7.3	0.01	2
		net:	0.0	0.0	0.0	4.8	0.01	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)				Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L		
Nr.	Feld	Typ	Grp	a1	a1	a2	a2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 1	20.30	38.10			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

Last	K1	K2
1	g	g
	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.80	0.80	0.80	0.00	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

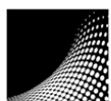
Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld	x	b	d	$M_{y,d}$	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k_{crit}	k_{mod}	ϕM	$\sigma_d / f_{m,d}$	komb
Nr.	(m)	(cm)	(cm)	(kNm)	(N/mm ²)	(N/mm ²)					
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1
	0.73	-0.2	126.9	8.46	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b	0.00b	A 2
	1.45	-0.2	126.9	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b	0.00b	A 2

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3
 b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze Nr.	x (m)	Vz,d (kN)	τ_D (N/mm ²)	k _{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	1.376	-20.96	0.00	0.80	0.00	A 2
2 li	1.376	20.96	0.00	0.80	0.00	A 2
EN 1995	6.1.7 : kcr	=	0.50			



Position: 0-U10 - Sturz (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]: 18/>130 cm

Die Bemessung des Sturzes (BSP) wird für einen Ersatzquerschnitt durchgeführt, bei welchem nur die horizontalen Lamellen der Wand angesetzt werden.

Ersatzquerschnitt [b/h]: 6/>130 cm

max. Stützweite [L]: 1,45 m

Lastannahmen:

maßgebend: Achse D

aus Pos. 1-D01: $g_k = 9,6 \text{ m/2} \times (0,16 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 + 2,0 \text{ kN/m}^2)$
 $= 13,5 \text{ kN/m}$

$q_k = 9,6 \text{ m/2} \times 2,0 \text{ kN/m}^2 = 9,6 \text{ kN/m}$

Streichlast aus Pos. 0-D04: $g_k = 1,0 \text{ m} \times (0,2 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 + 2,2 \text{ kN/m}^2)$
 $= 3,2 \text{ kN/m}$

$q_k = 1,0 \text{ m} \times 3,8 \text{ kN/m}^2 = 3,8 \text{ kN/m}$

aus Wand (OG): $g_k = 4,00 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5,0 \text{ kN/m}^3 = 3,6 \text{ kN/m}$

aus Attika: $g_k = 0,65 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 0,6 \text{ kN/m}$

aus Fassade (Metallvorhangfassade): $g_k = 1,0 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

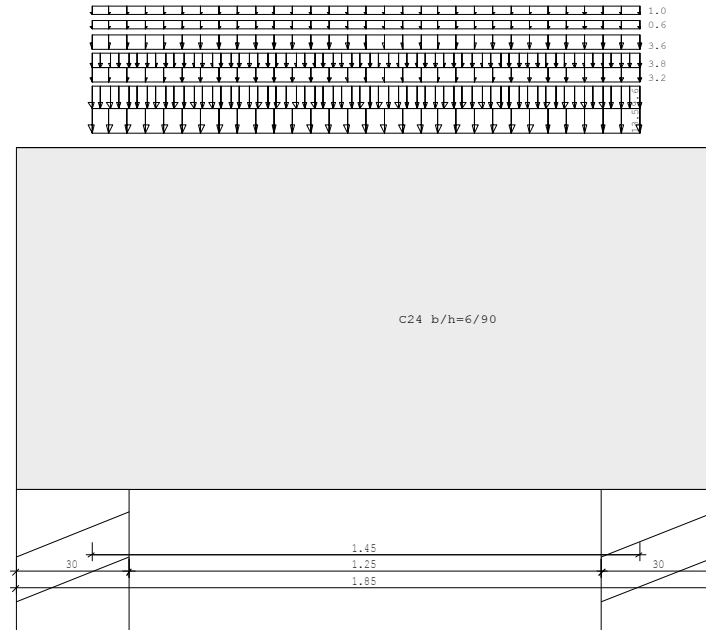
Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	R30
gewählte Holzfestigkeit:	C24 (KLH 7s 180 DQ)

Aufgrund der Modellierung des Ersatzquerschnittes sind die bemessungsintern geführten Auflagerpressungsnachweise nicht korrekt. Darüber hinaus darf bei Brettsperrholz mit einer erhöhten Druckfestigkeit in Faserrichtung ($f_{c,0,k}$) gerechnet werden, während sich die Pressfläche aus der Nettofläche der Hirnholzflächen ergibt. Auch dies kann aufgrund der Modellierung nicht programmintern berücksichtigt werden. Die Auflagerpressung wurde in einer separaten Rechnung überprüft.

Position: 0-U10 - Sturz (Holz) im EG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 20



Holzträger C24
 System Länge

Querschnittswerte

Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	Iy (cm4)
1	1.45		6.0	90.0	364500.0

Feld 1 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Tvp	EG	Gr	a	I/r	a	I/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		13.50	9.60	1.00					1-D01	
	1	A		3.20	3.80	1.00					0-D04	
	1	A		3.60	0.00	1.00					Wand	
	1	A		0.60	0.00	1.00					Attika	
	1	A		1.00	0.00	1.00					Fassade	

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 6.0 kN/m3 berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	v	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum				(kNm , kN)			
Feld	x0 =	Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	0.73	9.36	0.00	0.00	25.83	-25.83	2

Stützmomente Maximum				(kNm , kN)			
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	25.83	25.83	16.11	2
2	0.00	0.00	-25.83	0.00	25.83	16.11	2

Auflagerkräfte				(kN)		
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	16.11	9.72	0.00	25.83	25.83	16.11
2	16.11	9.71	0.00	25.83	25.83	16.11
Summe:	32.22	19.43	0.00	51.65	51.65	32.22

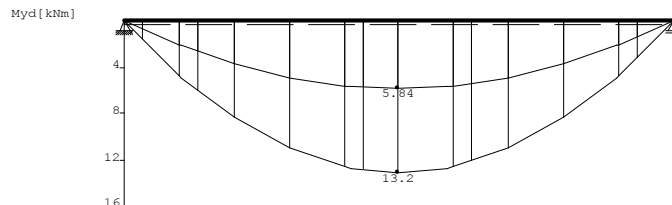
Auflagerkräfte					(kN)	
EG	Stütze 1		Stütze 2		max	min
	max	min	max	min		
g	16.1	16.1	16.1	16.1		
A	9.7	0.0	9.7	0.0		
Sum	25.8	16.1	25.8	16.1		

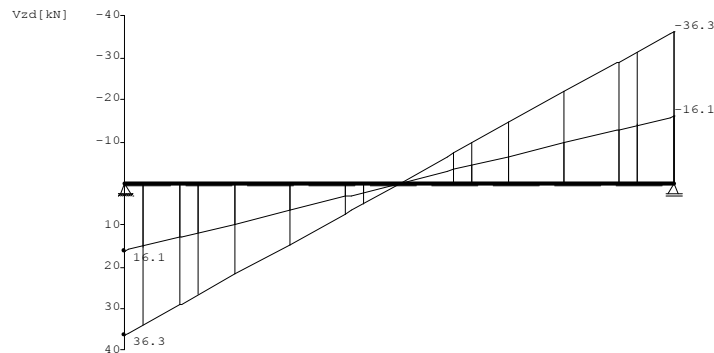
Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum				(kNm , kN)			
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	0.73	13.17	0.00	0.00	36.32	-36.32	A 2

Stützmomente Maximum				(kNm , kN)			
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	36.32	36.32	16.11	A 2
2	0.00	0.00	-36.32	0.00	36.32	16.11	A 2

Maßstab 1 : 20

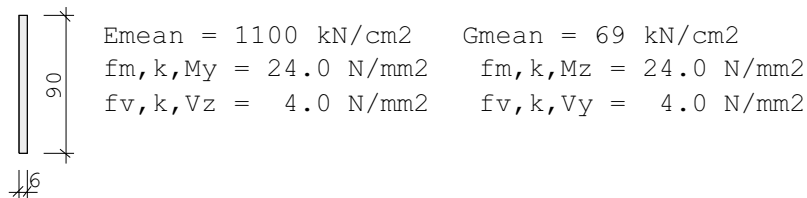




Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016

Nutzungsstufe 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_{M(A)} = 1.00$



Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 6/90$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	0.73	13.17	-1.63	1.63	1.00	0.80	0.11	A 2
	1.45	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 6/90$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	1.000	-13.78	0.38	0.80	0.31	A 2
2 li	1.000	13.78	0.38	0.80	0.31	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50$ N/mm²

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm²)	$f_{c,90,d}$ (N/mm²)	η	komb
1	30.0	6.0	36.3	0.80	1.50	1.83	1.54	0.79	A 2
2	30.0	6.0	36.3	0.80	1.50	1.83	1.54	0.79	A 2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3, 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (	wqB mm	w	zul w)	η	
1	725	inst:	0.0	0.0	0.1	4.8	0.01	2
		fin:	0.1	0.0	0.1	7.3	0.01	2
		net:	0.1	0.0	0.1	4.8	0.01	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)		Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L				
Nr.	Feld	Typ	Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 2	13.50	9.60			1.00		
2		1	A 2	3.20	3.80			1.00		
3		1	A 1	3.60	0.00			1.00		
4		1	A 1	0.60	0.00			1.00		
5		1	A 1	1.00	0.00			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 5 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	x
3	.	.
4	.	.
5	.	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten je einzeln alternierend mit $\gamma_{G1} = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.80	0.80	0.80	0.00	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld	x	b	d	My,d	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k _{crit}	k _{mod}	ϕM	$\sigma_d/f_{m,d}$		komb
Nr.	(m)	(cm)	(cm)	(kNm)	(N/mm ²)							
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		1
	0.73	-0.2	86.9	6.90	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b	A	2
	1.45	-0.2	86.9	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00b	A	2

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze	x	V _{z,d}	τ_D	k _{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$		komb
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)				
1 re	0.976	-5.58	0.00	0.60	0.00		1
2 li	0.976	5.58	0.00	0.60	0.00		1
EN 1995	6.1.7 : k _{cr}	=	0.50				

Position: 0-U11 - Sturz (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]: 18/>90 cm

Die Bemessung des Sturzes (BSP) wird für einen Ersatzquerschnitt durchgeführt, bei welchem nur die horizontalen Lamellen der Wand angesetzt werden.

Ersatzquerschnitt [b/h]: 6/>90 cm

max. Stützweite [L]: 1,80 m

Lastannahmen:

aus Pos. 1-D01: $g_k = 5,6 \text{ kN/m}$

$q_k = 4,2 \text{ kN/m}$

aus Pos. 0-D04:

$g_k = 1,2 \text{ kN/m}$

$q_k = 8,4 \text{ kN/m}$

aus Wand (OG):

$g_k = 4,00 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5,0 \text{ kN/m}^3 = 3,6 \text{ kN/m}$

aus Attika:

$g_k = 0,65 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 0,6 \text{ kN/m}$

aus Fassade (Metallvorhangfassade):

$g_k = 1,0 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse: 1

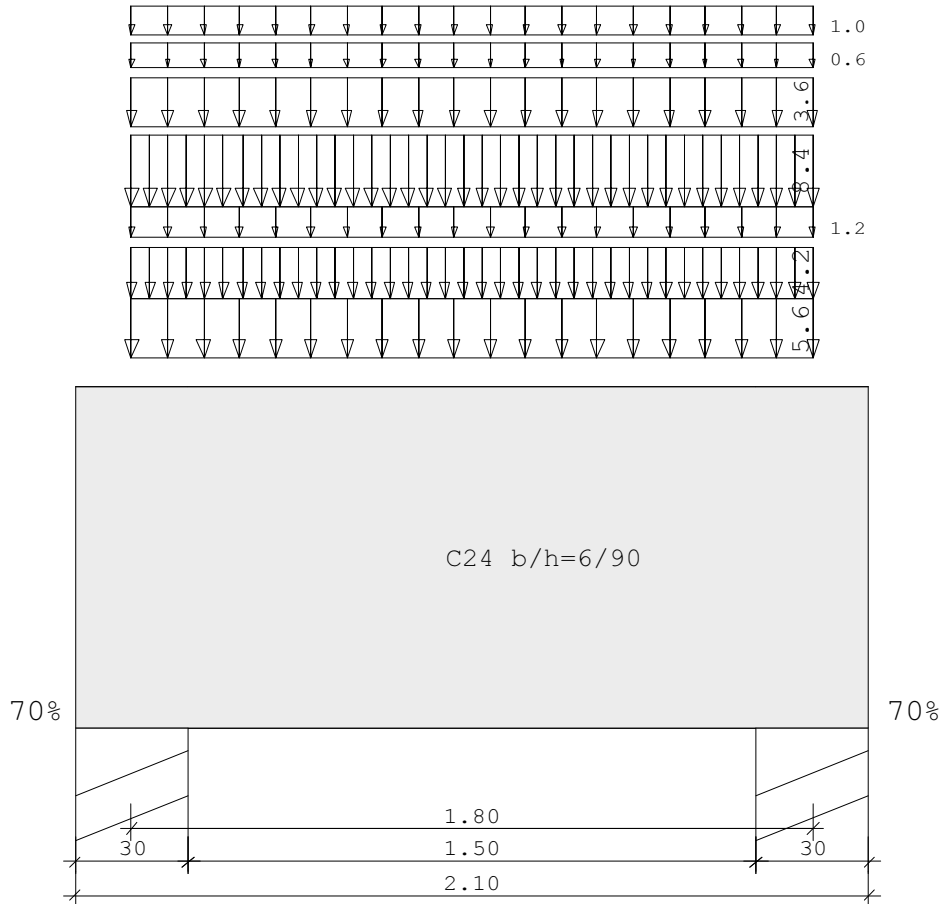
gewählte Holzfestigkeit: C24 (KLH 7s 180 DQ)

Aufgrund der Modellierung des Ersatzquerschnittes sind die bemessungsintern geführten Auflagerpressungsnachweise nicht korrekt. Darüber hinaus darf bei Brettsperrholz mit einer erhöhten Druckfestigkeit in Faserrichtung ($f_{c,0,k}$) gerechnet werden, während sich die Pressfläche aus der Nettofläche der Hirnholzflächen ergibt. Auch dies kann aufgrund der Modellierung nicht programmintern berücksichtigt werden. Die Auflagerpressung wurde in einer separaten Rechnung überprüft.

Position: 0-U11 - Sturz (Holz) im EG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 20



Holzträger System	C24 Länge	Querschnittswerte			
Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	I _y (cm ⁴)
1	1.80		6.0	90.0	364500.0

Feld 1 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Stützeinspannung an den Endauflagern

links : 70.0 %
 rechts : 70.0 %

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L		2=Einzellast bei a								
		3=Einzelmoment bei a	4=Trapezlast von a - a+b									
		5=Dreieckslast über L	6=Trapezlast über L									
Feld	Typ	EG	Gr	a	I/r	a	I/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		5.60	4.20	1.00					1-D01	
	1	A		1.20	8.40	1.00					0-D04	
	1	A		3.60	0.00	1.00					Wand	
	1	A		0.60	0.00	1.00					Attika	
	1	A		1.00	0.00	1.00					Fassade	

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 6.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ψ	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0	=	Mf	M li	M re	V li	V re komb
1	0.90		4.86	-5.23	-5.23	22.43	-22.43 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	-5.23	0.00	22.43	22.43	11.09	2
2	-5.23	0.00	-22.43	0.00	22.43	11.09	1

Auflagerkräfte							(kN)
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min	
1	11.09	11.34	0.00	22.43	22.43	11.09	
2	11.09	11.34	0.00	22.43	22.43	11.09	
Summe:	22.18	22.68	0.00	44.86	44.86	22.18	

Auflagerkräfte					(kN)		
EG	Stütze 1		Stütze 2				
	max	min	max	min			
g	11.1	11.1	11.1	11.1			
A	11.3	0.0	11.3	0.0			
Sum	22.4	11.1	22.4	11.1			

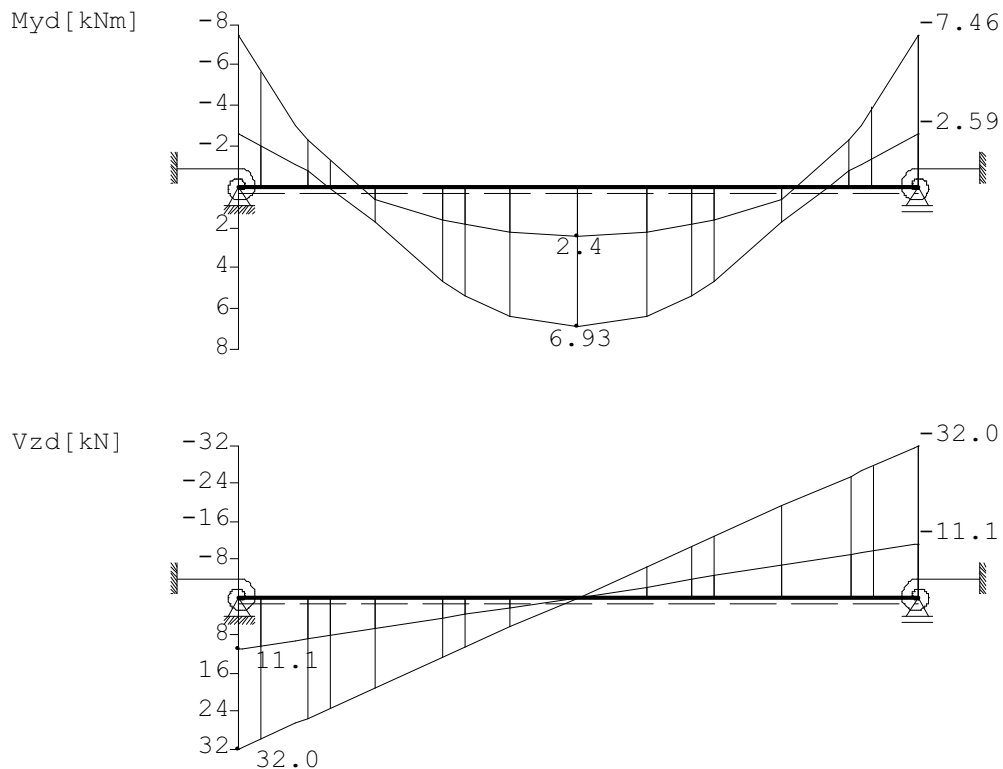
Ergebnisse für γ -fache Lasten

Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0	=	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re komb
1	0.90		6.93	-7.46	-7.46	31.98	-31.98 A 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	-7.46	0.00	31.98	31.98	11.09	A 2
2	-7.46	0.00	-31.98	0.00	31.98	11.09	1

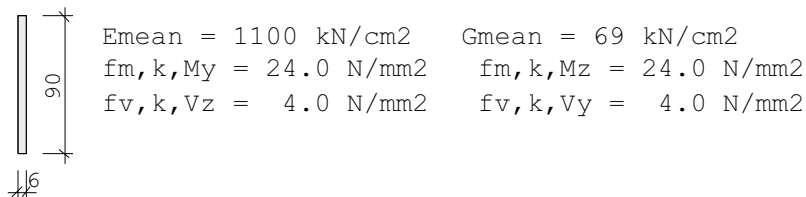
Maßstab 1 : 20



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016

Nutzungsklasse 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 6/90$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld	x	My,d	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
Nr.	(m)	(kNm)	(N/mm ²)	(N/mm ²)				
1	0.00	-7.46	0.92	-0.92	1.00	0.80	0.06	A 2
	0.90	6.93	-0.86	0.86	1.00	0.80	0.06	A 2
	1.80	-7.46	0.92	-0.92	1.00	0.80	0.06	A 2

Der Beiwert $kh = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 6/90$

Stütze Nr.	x (m)	Vz,d (kN)	τ_D (N/mm ²)	k _{mod}	$\tau_d/f_v,d$	komb
1 re	1.050	-5.33	0.15	0.80	0.12	A 2
2 li	1.050	5.33	0.15	0.80	0.12	A 2
EN 1995	6.1.7 : k _{cr}	=	0.50			

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	k _{mod}	k _{c90}	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,d}$	η	komb
1	30.0	6.0	32.0	0.80	1.00	1.62	1.54	1.05 !! A	2
2	30.0	6.0	32.0	0.80	1.00	1.62	1.54	1.05 !! A	2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 (2.2.3, 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)	wgB (mm)	wqB (mm)	w (mm)	zul w (mm)	η	
1	900	inst: fin: net:	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	6.0 9.0 6.0	0.01 0.00 0.01	2 2 2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:			1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L				
Nr.	Feld	Typ	Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 2	5.60	4.20			1.00		
2		1	A 2	1.20	8.40			1.00		
3		1	A 1	3.60	0.00			1.00		
4		1	A 1	0.60	0.00			1.00		
5		1	A 1	1.00	0.00			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 5 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	x
3	.	.
4	.	.
5	.	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweise im Brandfall nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Die nachstehenden Brandparameter gelten für den gesamten Träger.

β_{li} (mm/min)	β_{re} (mm/min)	β_{un} (mm/min)	β_{ob} (mm/min)	t_F (min)
0.80	0.00	0.80	0.00	30.00

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen:

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachstehende Querschnittsangaben für Querschnitt nach dem Abbrand.

Feld Nr.	x (m)	b (cm)	d (cm)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$	k_{crit}	k_{mod}	ϕ	M	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	2.9	86.9	-3.38	0.93	-0.93	1.00	1.00	1.00	0.03b	A	2
	0.90	2.9	86.9	3.14	-0.86	0.86	1.00	1.00	1.00	0.03b	A	2
	1.80	2.9	86.9	-3.38	0.93	-0.93	1.00	1.00	1.00	0.03b	A	2

a : Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EN 1995-1-2 4.2.3

b : Methode mit reduziertem Querschnitt nach EN 1995-1-2 4.2.2

Schubspannungen:

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	1.026	-1.55	0.09	0.60	0.08	1
2 li	1.026	1.55	0.09	0.60	0.08	1

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

Position: 0-U12 - Sturz (Stahlbeton)

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]:	17,5/20 cm
lichte Spannweite:	$\leq 1,01$ m
Auflagertiefe:	20 cm

Lastannahmen:

Vertikallasten (maßgebend Achse 3')

aus 0-D05:	$g_k = 6,6$ kN/m
	$q_k = 7,9$ kN/m
aus 0-D06:	$g_k = 4,4$ kN/m
	$q_k = 5,3$ kN/m

Anforderungen an das Stahlbetonbauteil:

Expositionsklasse:	XC1, W0
gewählte Betondruckfestigkeit:	C25/30 - Überwachungsklasse 1
gewählte Betondeckung:	25 mm

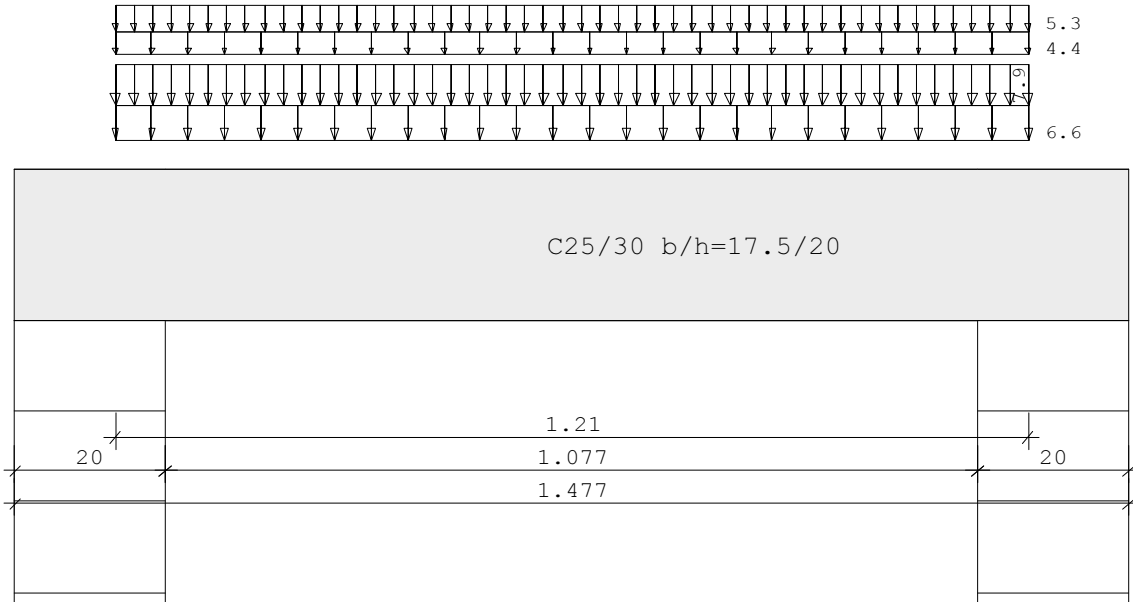
Gewählte Bewehrung:

Längsbewehrung:	3Ø12 unten, 3Ø12 oben
Bügelbewehrung:	Ø8/20

Position: 0-U12 - Sturz (Stahlbeton)

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 10



Stahlbetonträger C25/30 E = 31000 N/mm² DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge	Querschnittswerte						
Feld	L (m)	konstant	b ₀	h ₀	b ₀	h ₀	b _u	h _u
1	1.21				17.5	20.0		

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Typ	EG	Gr	q	l/r	q	l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		6.60	7.90	1.00						
	1	A		4.40	5.30	1.00						

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 25.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feld	momente Maximum	(kNm , kN)						
1	x ₀ = 0.61	M _f	M _{li}	M _{re}	V _{li}	V _{re}	komb	
		4.59	0.00	0.00	15.17	-15.17	2	

Stützmomente Maximum (kNm , kN)						
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F komb
1	0.00	0.00	0.00	15.17	15.17	7.18 2
2	0.00	0.00	-15.17	0.00	15.17	7.18 2

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	7.18	7.99	0.00	15.17	15.17	7.18
2	7.18	7.99	0.00	15.17	15.17	7.18
Summe:	14.37	15.97	0.00	30.34	30.34	14.37

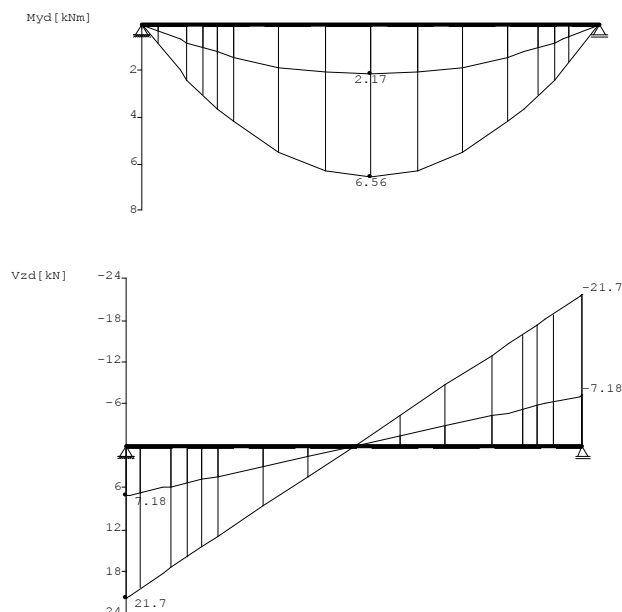
Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	7.2	7.2	7.2	7.2
A	8.0	0.0	8.0	0.0
Sum	15.2	7.2	15.2	7.2

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	0.61	6.56	0.00	0.00	21.68	-21.68	A 2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	21.68	21.68	7.18	A 2
2	0.00	0.00	-21.68	0.00	21.68	7.18	A 2

Maßstab 1 : 20



Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.136

C25/30 B500A normalduktil

Betondeckung: $c_v = 3.0 \text{ cm} \geq \text{erf } c_v$

Bewehrungslage: $d_o = 4.4 \text{ cm}$ $d_B = 8$ $d_S = 12$

$d_u = 4.4 \text{ cm}$ $d_B = 8$ $d_S = 12$

Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.

Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: $\phi = 2.90$ $\epsilon_{cs} = 0.40 \text{ ‰}$ $h_0 = 22.50 \text{ cm}$

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 20.0 \text{ cm}$

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) $f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm ²)	min Mo (kNm)	erf As (cm ²)	
1	2.99	0.43	-2.99	0.43	17.5/20.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm ²)	Aso (cm ²)	komb
1	0.61	6.6		15.6	0.14	1.0	0.0	A 2

Am ersten Auflager sind mindestens 0.7 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 0.7 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

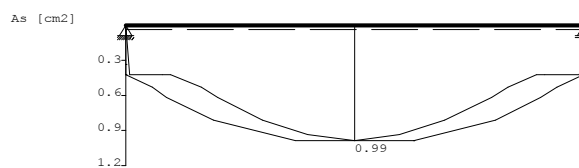
Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 6.2

Stütze Nr.	Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm ² /m)	komb
1 re	0.22	0.56	13.7	18.4	13.5	49.1	14.0	1.4~	A 2
1 *	0.38	0.56	8.1	18.4	13.5	49.1	14.0	1.4~	A 2
2 li	0.22	0.56	-13.7	18.4	13.5	49.1	14.0	1.4~	A 2
2 *	0.38	0.56	-8.1	18.4	13.5	49.1	14.0	1.4~	A 2

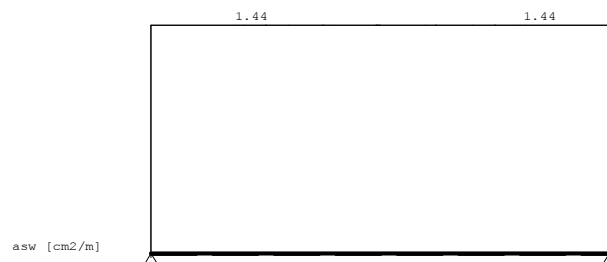
~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung

Der max. Bügelabstand wird mit $\Theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

Maßstab 1 : 20



Maßstab 1 : 20



In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)		Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L				
Nr.	Feld	Typ	Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 1	6.60	7.90			1.00		
2		1	A 1	4.40	5.30			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 2 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
 alle gleichzeitig alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
 vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
 Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Position: 0-U13 - Unterzug (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]:	18/44 cm
Stützweite [L]:	2,90 m
Auflagertiefe:	18 cm

Lastannahmen:

aus Pos. 0-D07:	$g_k = 19,1 \text{ kN/m}$
	$q_k = 25,5 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

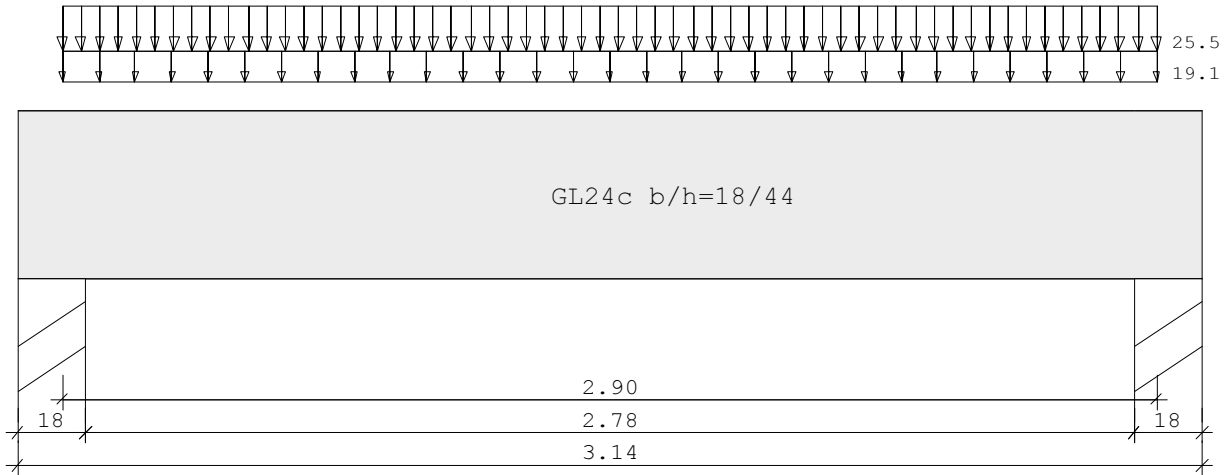
Nutzungsklasse:	1
gewählte Holzfestigkeit:	GL24c

Der Anschluss an die Brettsper Holz ist konstruktiv zur Lagesicherung durch den Zimmerer sicherzustellen.

Position: 0-U13 - Unterzug (Holz) im EG

Durchlaufträger DLT10 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 20



Holzträger System	GL24c Länge	Querschnittswerte								
Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	Iy (cm4)					
1	2.90	konstant	18.0	44.0	127776.0					
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L						
Feld	Typ	EG	Gr	q l/r	q l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		19.10	25.50	1.00				

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 5.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr KI Bezeichnung
 A 1 Wohnräume

ψ0 ψ1 ψ2 v KLED
 0.70 0.50 0.30 1.50 mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0 =	Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	1.45	47.30	0.00	0.00	65.24	-65.24	2
Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze		M li	M re	V li	V re	max F	min F
1		0.00	0.00	0.00	65.24	65.24	28.27
2		0.00	0.00	-65.24	0.00	65.24	28.27
							2

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	28.27	36.98	0.00	65.24	65.24	28.27
2	28.27	36.98	0.00	65.24	65.24	28.27
Summe:	56.54	73.95	0.00	130.49	130.49	56.54

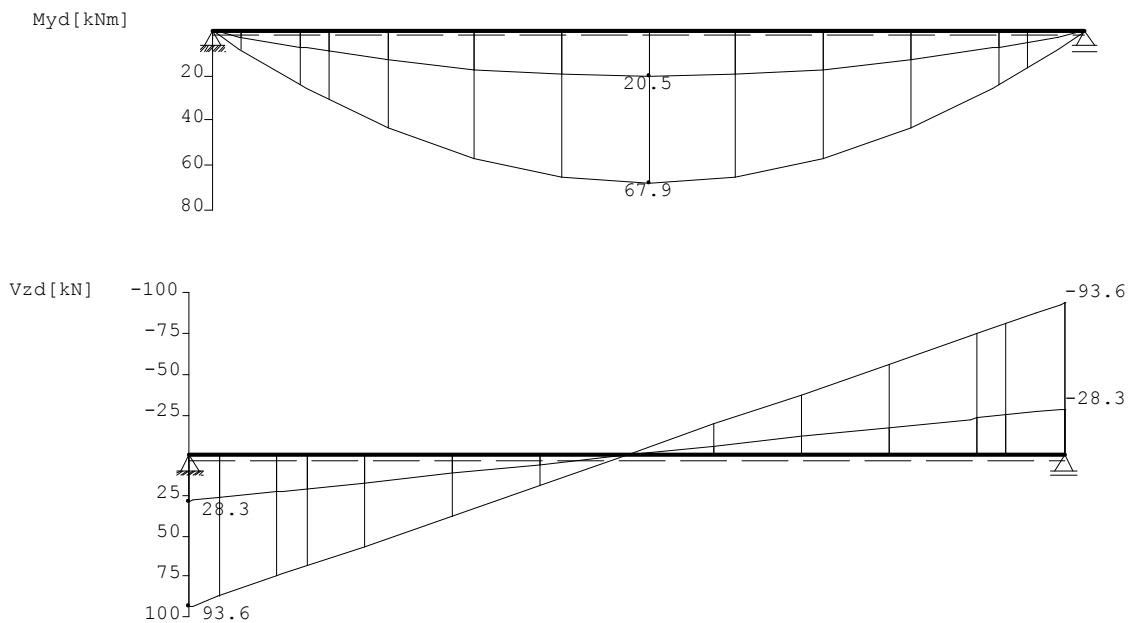
Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	28.3	28.3	28.3	28.3
A	37.0	0.0	37.0	0.0
Sum	65.2	28.3	65.2	28.3

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	1.45	67.88	0.00	0.00	93.63	-93.63	A 2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	93.63	93.63	28.27	A 2
2	0.00	0.00	-93.63	0.00	93.63	28.27	A 2

Maßstab 1 : 25



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 GL24c
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 14080:2013
 Nutzungsklasse 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$E_{mean} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 65 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k,My} = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k,Mz} = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k,Vz} = 3.5 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k,Vy} = 3.5 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.10)
 Normalspannungen $b/h = 18/44$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld	x	$M_{y,d}$	$\sigma_{d,o}$	$\sigma_{d,u}$	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_{d,fm,d}$	komb
Nr.	(m)	(kNm)	(N/mm ²)	(N/mm ²)				
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	1.45	67.88	-11.69	11.69	1.00	0.80	0.77	A 2
	2.90	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $kh = 1.03$ nach EN 1995 3.3 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 18/44$

Stütze	x	$V_{z,d}$	τ_D	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
Nr.	(m)	(kN)	(N/mm ²)			
1 re	0.500	61.34	1.16	0.80	0.76	A 2
2 li	0.500	-61.34	1.16	0.80	0.76	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.71$

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Stütze	b	d	max F	k_{mod}	k_{c90}	$\sigma_{c,90,d}$	$f_{c,90,d}$	η	komb
Nr.	(cm)	(cm)	(kN)			(N/mm ²)			
1	18.0	18.0	93.6	0.80	1.75	2.48	1.54	0.92	A 2
2	18.0	18.0	93.6	0.80	1.75	2.48	1.54	0.92	A 2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3 , 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1	wgB	wqB	w	zul w	η	
	(mm)	(mm)	mm				
1	1450	inst: 1.3	1.7	2.9	9.7	0.30	2
		fin: 2.0	2.0	4.0	14.5	0.28	2
		net: 2.0	0.8	2.8	9.7	0.29	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L					
Nr.	Feld	Typ	Grp	q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 1	19.10	25.50			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
Leiteinwirkung ist.
Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Position: 0-U20 - Unterzug (Holz) Fahrzeughalle

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]: 18/80 cm (h – vgl. Architektenplan)

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse: 1

gewählte Holzfestigkeit: GL24c

Der Anschluss an die Stütze Pos. 0-S01 wird im Rahmen der Ausführungsplanung nachgereicht.

Position: 0-R01 - N1 - Ringbalken

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]: 17,5/20 cm

OK Ringbalken = UK Brettsperrholzdecke

Anforderungen an das Stahlbetonbauteil:

Expositionsklasse: außen XC3, WF / innen XC1, W0

gewählte Betondruckfestigkeit: C25/30 - Überwachungsklasse 1

gewählte Betondeckung: außen 35 mm / innen 25 mm

Gewählte Bewehrung:

Längsbewehrung: 3Ø12 unten, 3Ø12 oben

Bügelbewehrung: Ø8/20

Bewehrung konstruktiv gewählt!

Position: 0-U14 - N1 - Unterzug (Holz) im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]:	18/83 cm
Stützweite [L]:	2,00 m
Auflagertiefe:	18 cm

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI 30
gewählte Holzfestigkeit:	GL24c

Lastannahmen:

Streichlast aus Pos. 0-D05:	$g_k = 1,0 \text{ m} \times (0,2 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 + 2,2 \text{ kN/m}^2)$ $= 3,2 \text{ kN/m}$ $q_k = 1,0 \text{ m} \times 3,8 \text{ kN/m}^2 = 3,8 \text{ kN/m}$
aus Wand (OG):	$g_k = 3,85 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5,0 \text{ kN/m}^3 = 3,5 \text{ kN/m}$

Der Anschluss an die Brettsperrholzwand ist konstruktiv zur Lagesicherung durch den Zimmerer sicherzustellen.

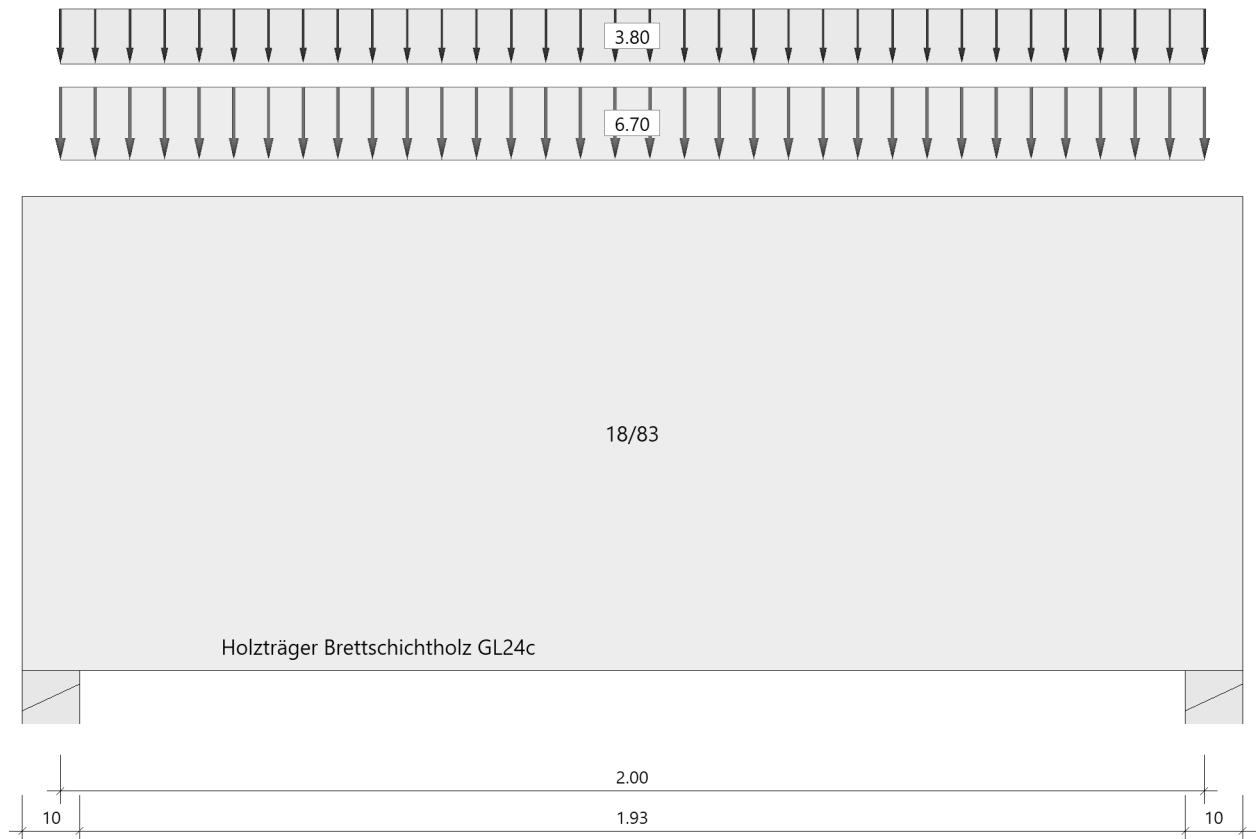
Position: 0-U14 - N1 - Unterzug (Holz) im EG

Mehrfeldträger Holz (x64) HTM+ 01/24E (FRILO R-2024-1/P10)

Grundparameter

Holzträger Brettschichtholz GL24c (flachkant) DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Systembild



Material

Brettschichtholz GL24c (flachkant), gemäß EN 14080:2013

	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$E_{0,mean}$	$E_{90,mean}$	G_{mean}	ρ_k
	$f_{v,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$E_{0,05}$	$E_{90,05}$	G_{05}	ρ_m
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kg/m ³]
	24.00	17.00	0.50	11000	300	650	365
	3.50	21.50	2.50	9100	250	540	400
$f_{m,k}$	: charakteristischer Wert der Biegefestigkeit						
$f_{t,0,k}$	: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser						
$f_{t,90,k}$	: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser						
$E_{0,mean}$	: Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser						
$E_{90,mean}$	: Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser						
G_{mean}	: Mittelwert des Schubmoduls						
ρ_k	: charakteristischer Wert der Rohdichte						
$f_{v,k}$	: charakteristischer Wert der Schubfestigkeit						
$f_{c,0,k}$	: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser						
$f_{c,90,k}$	: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser						
$E_{0,05}$	: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser						
$E_{90,05}$	: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser						
G_{05}	: 5%-Fraktilwert des Schubmoduls						
ρ_m	: Mittelwert der Rohdichte						

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
18/83	857700	40340	20670	4482	1494.0

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	k_{c90}	Verdrehungen ^{*)}		Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
					u_y [kN/m]	u_z [kN/m]			
1	0.00	10.0	18.0	1.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.00	10.0	18.0	1.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		2.00		6.70		Nein	ständig		
	2	GL		2.00		3.80		Ja	Kat. A		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
 EG : Lasteinwirkung
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
 Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 149 kg mit $\gamma = 5.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$V_{F,inf}$	$V_{F,sup}$	KLED
ständig				1.00	1.35	
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Basis	:	EN 1995-1-1/A2:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
KLED bei Wind	:	Mittelwert aus kurz und sehr kurz

Nutzungsgruppe	1	:	geschlossen und beheizt
Heissbemessung		:	keine Vorgabe
Feuerwiderstandsklasse	R30	:	Abbrand allseitig
Abbrandraten nach Norm	=	:	0,70 mm/min
Schubspannungen	=	:	Tau mit vollem Q
Anfangsdurchbiegung	W_{inst}	=	$l/300$
Enddurchbiegung	$W_{net,fin}$	=	$l/300$
	W_{fin}	=	$l/200$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Biegun}	η_{Schub}	$\eta_{c,90}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformun}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.03	0.10	0.44	1)	
Tragfähigkeit	Brand	0.01	0.05	-	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch					0.00

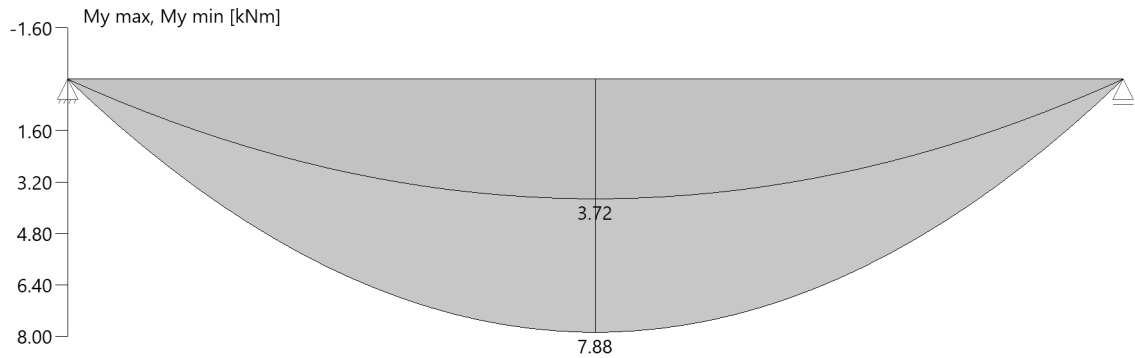
1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Oberquert kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

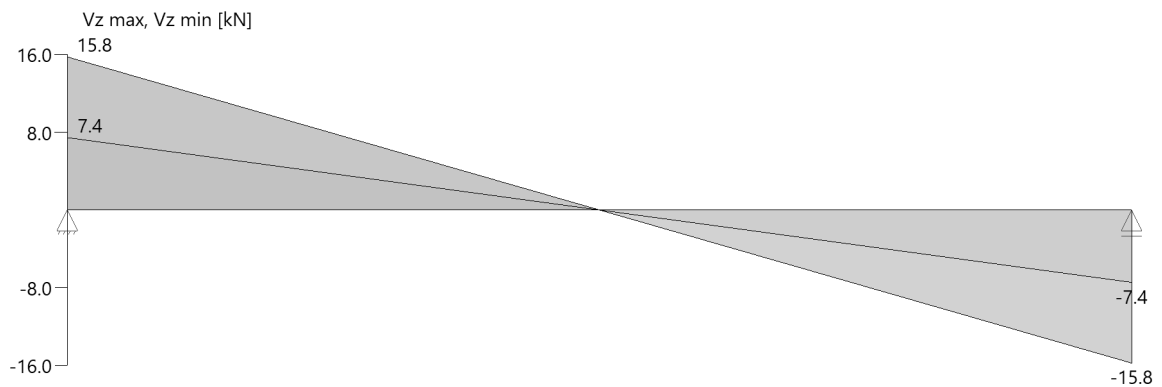
Bemessungssituation	Querschnitt	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Schub}	$\eta_{Biegung}$	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	18/83	15.7	7.88	0.10	0.03	
Brand	18/83	8.6	4.29	0.05	0.01	

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente

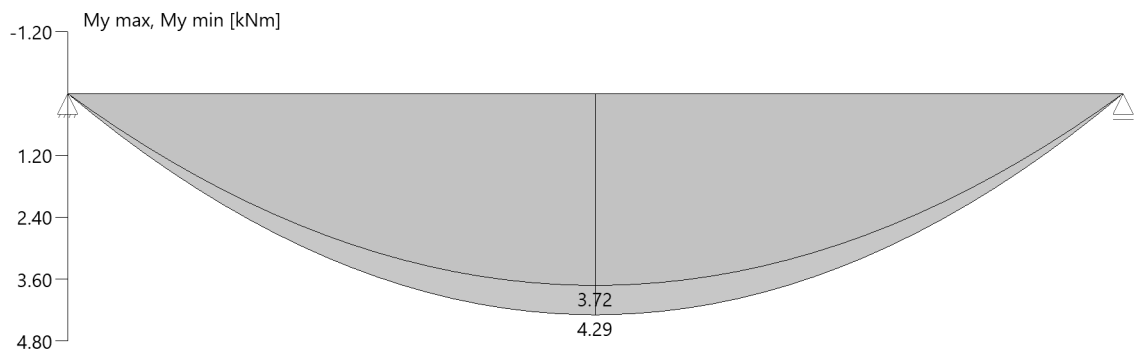


Umhüllende der Querkräfte

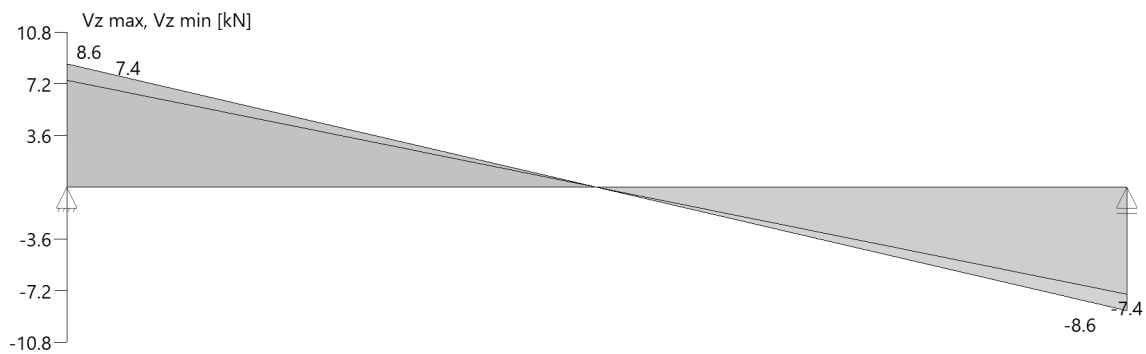


Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig Kat. A: Wohngebäude	7.45	7.45 3.80		
2	2.00	ständig Kat. A: Wohngebäude	7.45	7.45 3.80		

Position: A-09 - N1 - Auflagerdetail Pos. 0-U06 auf Pos. 0-S05

Holzträger bei Pos. 0-U06:

b/h = 18 / 83 cm GL24c

Stahlstütze bei Pos. 0-S05:

QRO 150x10 mm, S235

Belastung aus Pos. 0-U06:

$$F_{Ed} = 1,35 \cdot 7,45 \text{ kN} + 3,80 \cdot 1,5 \text{ kN}$$

$$= 15,76 \text{ kN}$$

Bemessung des Anschlusses zwischen der Stahlstütze und dem Holzträger:

Abmessungen



Artikel	Abmessungen des Nebenträgers [mm]	Abmessungen [mm]					Löcher im Hauptträger		Löcher im Nebenträger
	Höhe	A	B	C	t ₁	t ₂	Ø14	40-A1-A2-A3 [mm]	Ø13
	Min.								
BTC120-B	160	120	128	96	3	6	2	40	3
BTC160-B	200	160	128	96	3	6	4	40-80	4
BTC200-B	240	200	128	96	3	6	4	40-120	5
BTC240-B	280	240	128	96	3	6	4	40-160	6
BTC280-B	320	280	128	96	3	6	6	40-100-100	7
BTC320-B	360	320	128	96	3	6	6	40-120-120	8
BTC360-B	400	360	128	96	3	6	6	40-140-140	9
BTC400-B	440	400	128	96	3	6	8	40-120-120-80	10
BTC440-B	480	440	128	96	3	6	8	40-120-120-120	11
BTC480-B	520	480	128	96	3	6	8	40-120-120-160	12
BTC520-B	560	520	128	96	3	6	8	40-160-160-120	13
BTC560-B	600	560	128	96	3	6	8	40-160-160-160	14
BTC600-B	640	600	128	96	3	6	8	40-160-160-200	15

Gewählt: **BTC600-B**

$$\text{mit } A = 600 \text{ mm} < h_{HT} = 830 \text{ mm}$$

$$C = 96 \text{ mm} < b_{ST} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Stabdübellenge} = b_{HT} = 180 \text{ mm}$$

$$R_{1,k} = 147 \text{ kN} \quad (\text{siehe Tabelle unten})$$

$$\text{Nutzungsklasse: } 1$$

$$k_{mod} (\text{ständig: kurz}) = 0,90$$

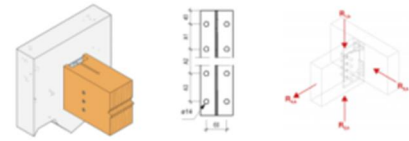
$$R_{1,d} = k_{mod} \cdot R_{1,k} / \gamma_m$$

$$= (147 \text{ kN} \cdot 0,9) / 1,3$$

$$= 101,77 \text{ kN} > F_{1,d} = 15,6 \text{ kN}$$

Nachweis ist erfüllt.

Charakteristische Tragfähigkeiten - Holz an Beton



Artikel	Verbindungsmittel				Charakter. Tragfähigkeiten - Nadelholz C24 [kN]											
	Hauptträger		Nebenträger		$R_{1,k}$						$R_{2,k}$					
	Anzahl	Typ	Anzahl	Typ	Stabdübellänge [mm]						Stabdübellänge [mm]					
					80	100	120	140	160	180	80	100	120	140	160	180
BTC120-B	2	Ø 12	3	STD12	11.5	12.7	14.2	15.8	17.2	17.2	7.7	8.5	9.5	10.5	11.5	11.5
BTC160-B	4	Ø 12	4	STD12	18.5	20.4	22.8	25.3	27.8	27.8	13.9	15.3	17.1	19	20.9	20.9
BTC200-B	4	Ø 12	5	STD12	26.7	29.4	32.7	36.4	40.3	40.3	21.4	23.5	26.2	29.1	32.2	32.2
BTC240-B	4	Ø 12	6	STD12	35.8	39.4	43.8	48.6	53.8	54.3	29.8	32.8	36.5	40.5	44.8	45.3
BTC280-B	6	Ø 12	7	STD12	45.6	50.1	55.6	61.7	68.3	69.4	39.1	42.9	47.7	52.9	58.5	59.5
BTC320-B	6	Ø 12	8	STD12	56	61.4	68.1	75.5	83.4	85.5	49	53.7	59.6	66.1	73	74.8
BTC360-B	6	Ø 12	9	STD12	66.8	73.1	80.9	89.6	99	102.2	59.4	65	71.9	79.6	88	90.8
BTC400-B	8	Ø 12	10	STD12	77.9	85.1	94	104.1	114.8	119.5	70.1	76.6	84.6	93.7	103.3	107.6
BTC440-B	8	Ø 12	11	STD12	89	97.2	107.3	118.7	130.9	133.3	81	88.4	97.5	107.9	119	121.2
BTC480-B	8	Ø 12	12	STD12	100.5	109.5	120.7	133.4	147	147	92.1	100.4	110.6	122.3	134.8	134.8
BTC520-B	8	Ø 12	12	STD12	100.5	109.5	120.7	133.4	147	147	100.5	109.5	120.7	133.4	147	147
BTC560-B	8	Ø 12	12	STD12	100.5	109.5	120.7	133.4	147	147	100.5	109.5	120.7	133.4	147	147
BTC600-B	8	Ø 12	12	STD12	100.5	109.5	120.7	133.4	147	147	100.5	109.5	120.7	133.4	147	147

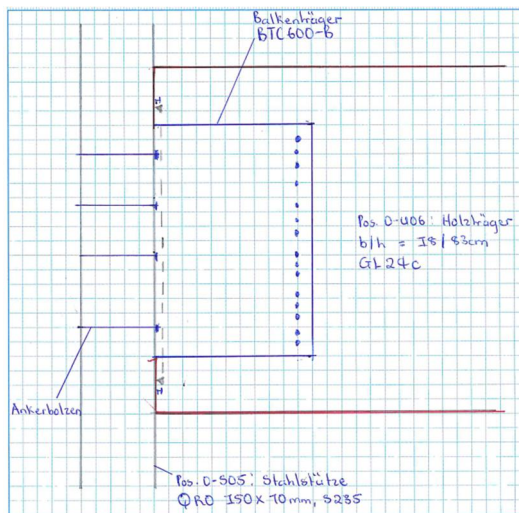
Anzahl der Verbindungsmittel:

Bei der Stahlstütze: **8 Ø 12 Ankerbolzen, mit L = 150 mm**

Bei dem Holzträger: **15 Ø 12 Stabdübel, mit L = 180 mm**

Die Erhöhung der Tragfähigkeit der Verbindungsmittels infolge des Holzrostes (Röhrichte) kann hier verzichtet werden.

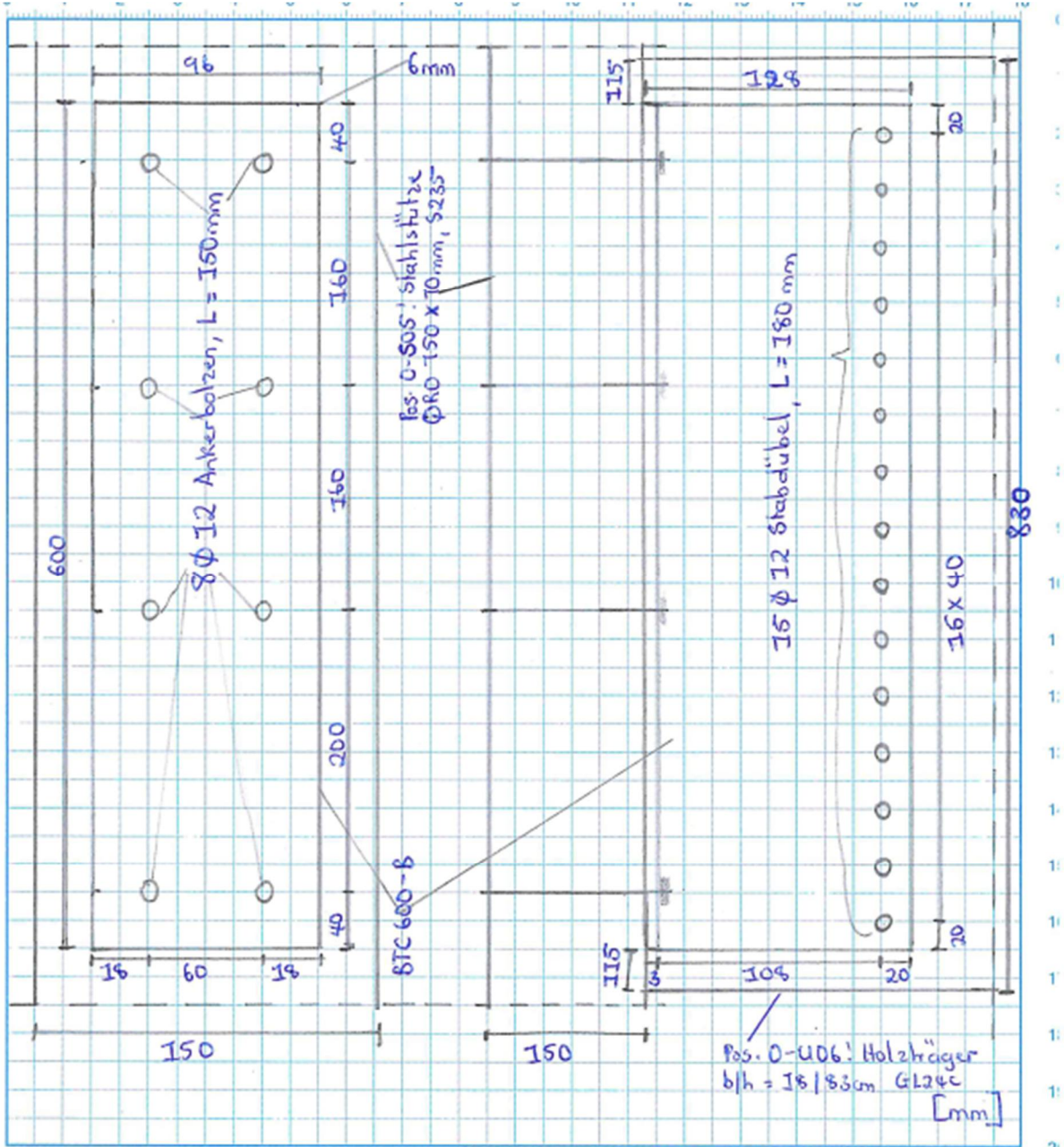
Skizze:



Anschlussbild

Schnitt 1-1

Ansicht



Wände

Allgemeine Beschreibung der Lastermittlung

Zur Ermittlung der Wandlasten wurde ein Gebäudemodell modelliert. Das Modell beinhaltet Die ständigen und veränderlichen Lasten, die im Kapitel Lastannahmen aufgeführt sind. Zudem wurden ständige Lasten aus Attika und Brüstung sowie aus der Fassade berücksichtigt. Der einachsige Lastabtrag wurde mithilfe der Modellierung von Tragrichtungsbereichen beachtet.

Attika: $g_k = 0,65 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 0,6 \text{ kN/m}$

Brüstung: $g_k = 1,10 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 1,0 \text{ kN/m}$

Fassade: $g_k = 1,0 \text{ kN/m}$ (umlaufend auf beiden Geschossdecken)

Die Auflagerkräfte aus den Stahlunterzügen (Pos. 1-U03, 0-U01, 1-U02) und BSH-Bindern mit großer Spannweite (Pos. 0-U01, 0-U02, 0-U03, 0-U05) wurden als Einzellasten modelliert. An Stellen konzentrierter Lasteinleitung wurden die Wände in kurzen Abschnitten modelliert, um die Lastausbreitung für die Lastweiterleitung auf die darunterliegende Geschossdecke bzw. Bodenplatte zu begrenzen.

Im Folgenden erfolgt die Ausgabe der Auflagerkräfte aus der Decke über OG und die Ausgabe der Auflagerkräfte aus der Decke über EG mit und ohne Überbaulasten.

Auflagerkräfte Decke über OG

Platten mit finiten Elementen PLT 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
3	Lastfall Q2	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
4	Lastfall Q3	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
5	Lastfall G Brüs...	ständig	nein	g	ständig	-
6	Lastfall G Fassade	ständig	nein	g	ständig	-
7	Lastfall G aus UZ	ständig	nein	g	ständig	-
8	Lastfall Q aus UZ	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	1	Kat. A: Wohngebäude	nicht ständig

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MAX

-> Siehe Anhang Pläne

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MIN

-> Siehe Anhang Pläne

Auflagerkräfte Decke über EG (ohne Überbaulasten)

Platten mit finiten Elementen PLT 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
3	Lastfall Q2	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
4	Lastfall Q3	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
5	Lastfall G Brüs...	ständig	nein	g	ständig	-
6	Lastfall G Fassade	ständig	nein	g	ständig	-
7	Lastfall G aus UZ	ständig	nein	g	ständig	-
8	Lastfall Q aus UZ	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	1	Kat. A: Wohngebäude	nicht ständig

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MAX

-> Siehe Anhang Pläne

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MIN

-> Siehe Anhang Pläne

Auflagerkräfte Decke über EG (mit Überbaulasten)

Platten mit finiten Elementen PLT 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
3	Lastfall Q2	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
4	Lastfall Q3	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
5	Lastfall G Brüs...	ständig	nein	g	ständig	-
6	Lastfall G Fassade	ständig	nein	g	ständig	-
7	Lastfall G aus UZ	ständig	nein	g	ständig	-
8	Lastfall Q aus UZ	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
9	Lastfall GU	ständig	nein	g	ständig	-
10	Lastfall QU	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	1	Kat. A: Wohngebäude	nicht ständig

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
 Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MAX
 -> Siehe Anhang Pläne

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
 Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MIN
 -> Siehe Anhang Pläne

Position: 1-W01, 0-W01 - Stahlbetoninnenwände

Geometrische Randbedingungen:

Wanddicke [d]: 20 cm

Systemhöhe [h]: $\leq 4,10$ m

Die Bemessung erfolgt für die maßgebende Stahlbetonwand im EG.

Lastannahmen:

Vertikallasten

aus Wandeigengewicht OG: $g_k = 0,2 \text{ m} \times 4,10 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^2 = 20,5 \text{ kN/m}$

aus Auflagerkräfte Decke über OG: $g_k = 10,0 \text{ kN/m}$

$q_k = 8,0 \text{ kN/m}$

aus Auflagerkräfte Decke über EG: $g_k = 5,0 \text{ kN/m}$

$q_k = 5,0 \text{ kN/m}$

Summe: $\sum g_k = 35,5 \text{ kN/m}$

$\sum q_k = 13 \text{ kN/m}$

Anforderungen an das Stahlbetonbauteil:

Expositionsklasse: XC1, W0

gewählte Betondruckfestigkeit: C25/30 - Überwachungsklasse 1

gewählte Betondeckung: 25 mm

Rechenwert der Rissbreite w_k 0,4 mm

Brandschutzanforderung: REI30

Gewählte Bewehrung:

Grundbewehrung beidseitig:	Q335 (= 3,35 cm ² /m)
Wandecken:	4Ø16
Wandenden:	2Ø12
Wandendenverbügelung:	8Ø15

Position: 1-W01, 0-W01 - Stahlbetoninnenwände

Stahlbetonstütze B5+ 02/21B (FRILO R-2021-2/P10)

Berechnungsgrundlagen

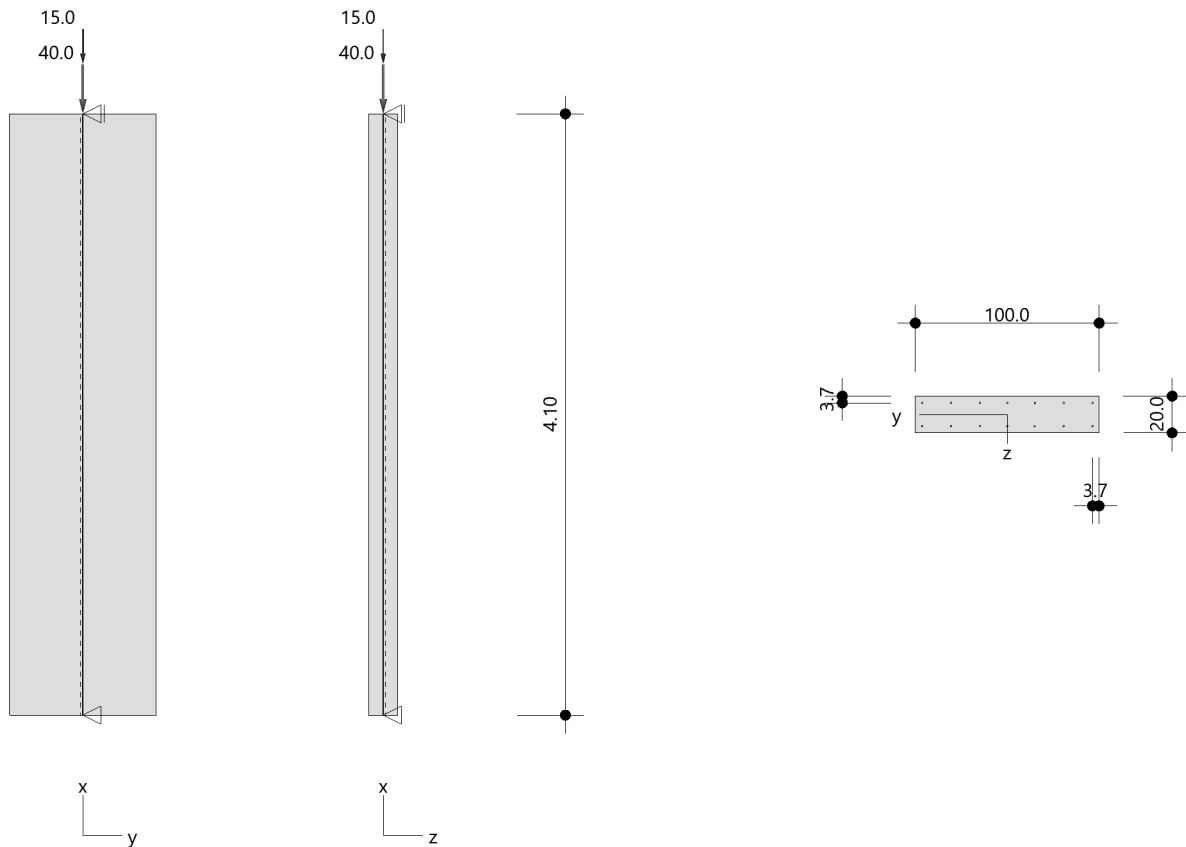
- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 51.8



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 8 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\varphi(t_0, \infty) = 2.71$	

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$	
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$	
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$	Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30			Betonstahl B500A		
	$\alpha_{cc} = 0.85$	$\alpha_{ct} = 0.85$				
	γ_c	f_{cd}	f_{ctd}	γ_s	f_{yd}	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$
		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe	$l = 4.10 \text{ m}$
Querschnitt	$b_y/d_z = 100.0/20.0 \text{ cm}$
	$b_1/d_1 = 3.7/3.7 \text{ cm}$
Bewehrungsanordnung (kalt)	umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)	wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y	φ_z	u_z	φ_y
	[kN/m]	[kNm/rad]	[kN/m]	[kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand	V	e_y	e_z	F_y	F_z	M_y	M_z	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
		[m]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]			
1	Stützenkopf		40.0							ständig		
2	Stützenkopf		15.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand	V	e_y	e_z	F_y	F_z	M_y	M_z	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
		[m]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]			
*	Stützenkopf		20.5							ständig		

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst.
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{t,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft

FL.B5lib.dll v4.20212.0420.0 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{\text{eff,cal}} = E_{\text{eff}} \cdot \sqrt{\rho/0.02}$

Stützenabschnitt(e) 1:

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0 W/(m²K)
Emissivität	ϵ_m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.8 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt

Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 2912,27$ in y- / $116,49$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35
V = 40,0 kN(ständig)	1.35	1.00	1.35
V = 15,0 kN(Kat. A)	1.50		

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{\text{lim}}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{\text{lim},y}$	$\lambda_{\text{lim},z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	φ_{∞}	f_{red}
1	1	Wand	4.10	4.10	14.2	71.0	83.4	83.4	0.0	0.0	2.711	0.661

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,\text{erf}}$ [cm²]	$A_{s,\text{vorh}}$ [cm²]	Versagensart
1	4.10	-104.2	0.00	0.00	0.15	3.0 ¹	7.0	Querschnitt
	2.05	-104.2	0.00	0.00	0.15	3.0 ¹	7.0	
	0.00	-104.2	0.00	0.00	0.15	3.0 ¹	7.0	

¹ : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.6.2 (1)

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Belastung)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{4s} [‰]	$EI_{z,eff}/EI_z$	$EI_{y,eff}/EI_y$
1	4.10	0.0	0.0	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	0.469	0.465
	2.05	0.0	0.0	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	0.469	0.465
	0.00	0.0	0.0	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	0.469	0.465

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
$V = 40,0$ kN(ständig)	1.00	1.00
$V = 15,0$ kN(Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	φ_∞	f_{red}
1	1	Wand	4.10	4.10	14.2	71.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.419

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [‰]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	4.10	-65.0	0.00	0.00	0.35	7.0	7.0	Querschnitt
	2.05	-65.0	0.37	-0.27	0.35	7.0	7.0	
	0.00	-65.0	0.00	0.00	0.35	7.0	7.0	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. 2. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{4s} [‰]	$EI_{z,eff}/EI_z$	$EI_{y,eff}/EI_y$
1	4.10	0.0	0.0	3.72	3.74	3.74	3.76	0.015	0.019
	2.05	0.01	0.2	3.69	3.72	3.77	3.78	0.015	0.019
	1.37	0.01	0.1	3.69	3.72	3.76	3.78	0.015	0.019
	0.68	0.0	0.1	3.71	3.74	3.75	3.77	0.015	0.019
	0.00	0.0	0.0	3.72	3.74	3.74	3.76	0.015	0.019

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	7.0

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00
$V = 40,0$ kN(ständig)	1.00	1.00
$V = 15,0$ kN(Kat. A)	1.00	

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.10	-75.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.05	-75.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-75.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.10	-75.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.05	-75.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-75.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	φ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,\text{lim}}^1$ [N/mm ²]	η
1	4.10	-75.5	0.00	0.00	0.00	-0.01	-2.32	400.00	0.00
1	2.05	-75.5	0.00	0.00	0.00	-0.01	-2.32	400.00	0.00
1	0.00	-75.5	0.00	0.00	0.00	-0.01	-2.32	400.00	0.00

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	φ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,\text{lim}}^1$ [N/mm ²]	η
1	4.10	-75.5	0.00	0.00	0.00	-0.01	-2.32	400.00	0.00
1	2.05	-75.5	0.00	0.00	0.00	-0.01	-2.32	400.00	0.00
1	0.00	-75.5	0.00	0.00	0.00	-0.01	-2.32	400.00	0.00

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 40,0 kN(ständig)	1.00	1.00
V = 15,0 kN(Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{\text{lim}}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (quasi-ständige Bemessungssitu)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,\text{lim}}^1$ [N/mm ²]	vorh $f_{\varphi, \text{nl}}$	erf $f_{\varphi, \text{nl}}$	η
1	4.10	-65.0	0.00	0.00	-0.01	-0.33	11.25	1.00		0.03
1	2.05	-65.0	0.00	0.00	-0.01	-0.33	11.25	1.00		0.03
1	0.00	-65.0	0.00	0.00	-0.01	-0.33	11.25	1.00		0.03

1 : = 0,45 * $f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Position: 1-W02, 0-W02 - Stahlbetonaußenwände

Geometrische Randbedingungen:

Wanddicke [d]: 20 cm
Systemhöhe [h]: $\leq 4,10$ m

Die Bemessung erfolgt für die maßgebende Stahlbetonwand im EG.

Lastannahmen:

Vertikallasten

aus Wandeigengewicht OG: $g_k = 0,2 \text{ m} \times 4,10 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^2 = 20,5 \text{ kN/m}$
aus Auflagerkräfte Decke über OG: $g_k = 8,0 \text{ kN/m}$
 $q_k = 5,0 \text{ kN/m}$
aus Auflagerkräfte Decke über EG: $g_k = 2,0 \text{ kN/m}$
 $q_k = 0 \text{ kN/m}$

Summe: $\sum g_k = 30,5 \text{ kN/m}$
 $\sum q_k = 5,0 \text{ kN/m}$
horizontale Last aus Wind $w_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

Anforderungen an das Stahlbetonbauteil:

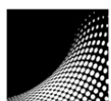
Expositionsklasse: innen XC1, W0 / außen XC3, WF
gewählte Betondruckfestigkeit: C25/30 - Überwachungsklasse 1
gewählte Betondeckung: innen 25 mm / außen 35 mm
Rechenwert der Rissbreite w_k innen 0,4 mm / außen 0,3 mm
Brandschutzanforderung: REI30

Gewählte Bewehrung:

Grundbewehrung beidseitig: Q335 (= $3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$)
Wanddecken: 4Ø16
Wandenden: 2Ø12

Wandendenverbügelung:

8Ø15



IBC
Ingenieurbau-Consult

55124 Mainz • Im Niedergarten 12
Tel. 0 61 31 / 949 11 0 • Fax 0 61 31 / 919 11 144
E-Mail: info@ibc-ing.de • www.ibc-ing.de

Position: 1-W02, 0-W02 - Stahlbetonaußenwände

Stahlbetonstütze B5+ 02/21B (FRILO R-2021-2/P10)

Berechnungsgrundlagen

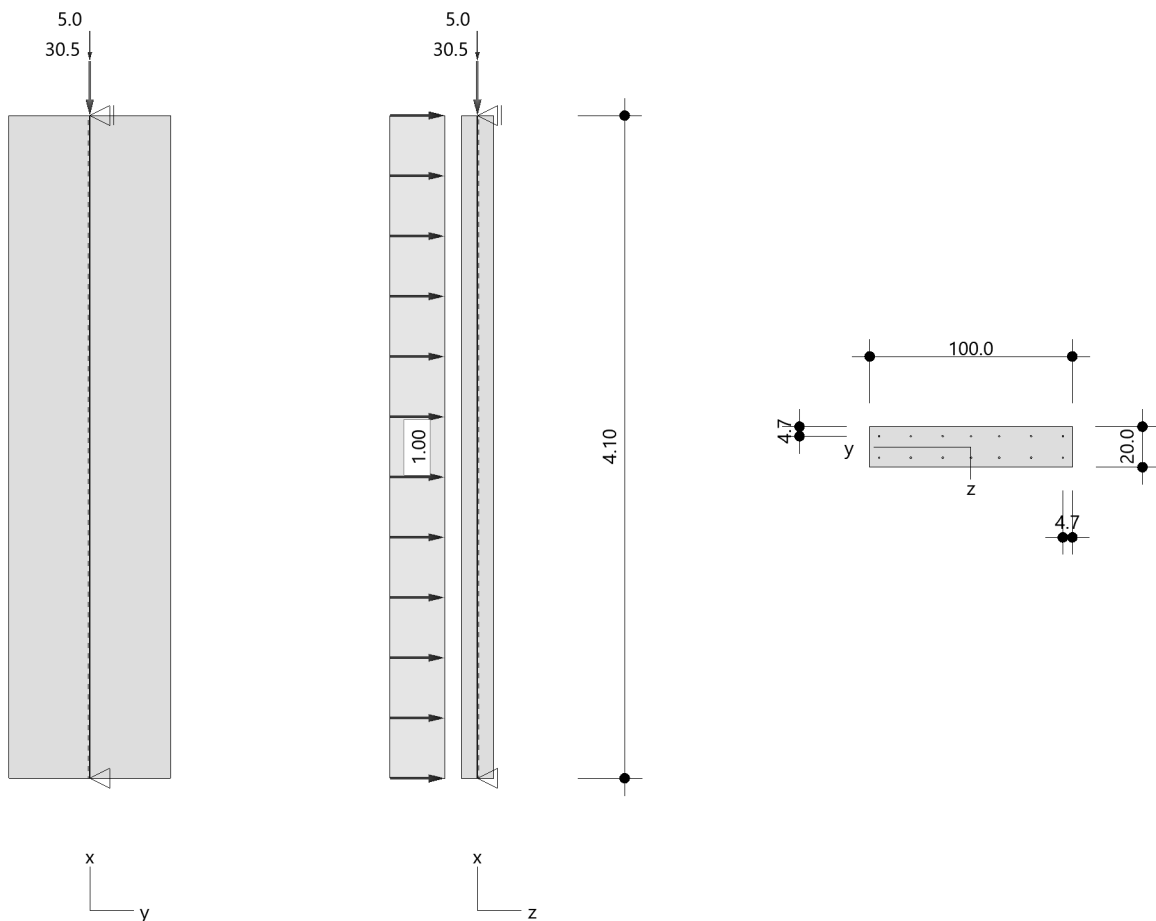
- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 46.9



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 8 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\varphi(t_0, \infty) = 2.71$	

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$	
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$	
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$	Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30			Betonstahl B500A		
	$\alpha_{cc} = 0.85$	$\alpha_{ct} = 0.85$				
	γ_c	f_{cd}	f_{ctd}	γ_s	f_{yd}	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$
		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe	$l = 4.10 \text{ m}$
Querschnitt	$b_y/d_z = 100.0/20.0 \text{ cm}$
	$b_1/d_1 = 4.7/4.7 \text{ cm}$
Bewehrungsanordnung (kalt)	umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand)	wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y	φ_z	u_z	φ_y
	[kN/m]	[kNm/rad]	[kN/m]	[kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf	30.5								ständig		
2	Stützenkopf	5.0								Kat. A		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
3	Stütze	in z		1.00	4.10	1.00	Wind		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		20.5							ständig		

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst.
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft

FL.B5lib.dll v4.20212.0420.0 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{\text{eff,cal}} = E_{\text{eff}} \cdot \sqrt{\rho/0.02}$

Stützenabschnitt(e) 1:

Wärmeübergangskoeffizient	α	=	25.0	W/(m²K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c	=	5.0	W/(m²K)
Emissivität	ϵ_m	=	0.70	
Betonfeuchte	u	=	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ	=	obere Grenze	
Rohdichte	ρ	=	2400	kg/m³
Elementgröße	d_{Elem}	=	0.8	cm
Betonzuschlag		=	quarzitisch	
Betonstahl		=	kaltgewalzt	

Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 3973,62$ in y- / $158,95$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹	LK 5 ¹	LK 6 ¹	LK 7 ¹	LK 8 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 30,5 kN(ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 5,0 kN(Kat. A)	1.05			1.05	1.50	1.50		
pz = 1,00 kN/m(Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50				

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{\text{lim}}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{\text{lim},y}$	$\lambda_{\text{lim},z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	φ_{∞}	f_{red}
1	1	Wand	4.10	4.10	14.2	71.0	98.9	98.9	0.0	0.0	2.711	0.662

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	4.10	-74.1	0.00	0.00	0.15	3.0 ¹	7.0	Querschnitt
	2.05	-74.1	3.15	0.00	0.15	3.0 ¹	7.0	
	0.00	-74.1	0.00	0.00	0.15	3.0 ¹	7.0	

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.6.2 (1)

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{4s} [‰]	$EI_{z,eff}/EI_z$	$EI_{y,eff}/EI_y$
1	4.10	0.0	0.0	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	0.467	0.466
	2.05	0.0	0.1	-0.04	-0.04	0.01	-0.01	0.467	0.441
	0.00	0.0	0.0	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	0.467	0.466

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeineigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 30,5 kN(ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 5,0 kN(Kat. A)	0.30		0.30	
pz = 1,00 kN/m(Wind)	0.20	0.20		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	φ_∞	f_{red}
1	1	Wand	4.10	4.10	14.2	71.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.419

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	4.10	-52.5	0.00	0.00	0.35	7.0	7.0	Querschnitt
	2.05	-52.5	0.84	-0.22	0.35	7.0	7.0	
	0.00	-52.5	0.00	0.00	0.35	7.0	7.0	

Verschiebungen, Dehnungen und Biegesteifigkeiten - Th. 2. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	w_y [cm]	w_z [cm]	ϵ_1 [‰]	ϵ_2 [‰]	ϵ_3 [‰]	ϵ_{4s} [‰]	$EI_{z,eff}/EI_z$	$EI_{y,eff}/EI_y$
1	4.10	0.0	0.0	3.17	3.19	3.19	3.21	0.017	0.018
	2.05	0.0	0.4	3.08	3.11	3.28	3.25	0.017	0.018
	1.37	0.0	0.3	3.09	3.12	3.26	3.25	0.017	0.018
	0.00	0.0	0.0	3.17	3.19	3.19	3.21	0.017	0.018

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	7.0

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹
Stützeineigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 30,5 kN(ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 5,0 kN(Kat. A)	0.70		1.00	
pz = 1,00 kN/m(Wind)	1.00	1.00		

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	4.10	-54.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
2	2.05	-54.5	2.11	0.00	0.0	0.02			
1	0.00	-54.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
1	4.10	-54.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
2	2.05	-54.5	2.11	0.00	0.0	0.02			
1	0.00	-54.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	4.10	-54.5	0.00	0.00	0.00	-0.01	-1.67	400.00	0.00
1	2.05	-54.5	2.11	0.00	0.00	0.00	-0.81	400.00	0.00
1	1.37	-54.5	1.88	0.00	0.00	0.00	-0.77	400.00	0.00
1	0.00	-54.5	0.00	0.00	0.00	-0.01	-1.67	400.00	0.00

1 : = 0,80 * f_{y,k} (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	4.10	-54.5	0.00	0.00	0.00	-0.01	-1.67	400.00	0.00
1	2.05	-54.5	2.11	0.00	0.00	0.00	-0.81	400.00	0.00
1	1.37	-54.5	1.88	0.00	0.00	0.00	-0.77	400.00	0.00
1	0.00	-54.5	0.00	0.00	0.00	-0.01	-1.67	400.00	0.00

1 : = 0,80 * f_{y,k} (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 30,5 kN(ständig)	1.00	1.00
V = 5,0 kN(Kat. A)	0.30	
pz = 1,00 kN/m(Wind)		

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ ≤ λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (quasi-ständige Bemessungssitu)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
1	4.10	-52.5	0.00	0.00	-0.01	-0.27	11.25	1.00		0.02
1	2.05	-52.5	0.00	0.00	-0.01	-0.27	11.25	1.00		0.02
1	0.00	-52.5	0.00	0.00	-0.01	-0.27	11.25	1.00		0.02

1 : = 0,45 * f_{c,k} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Position: 1-W03, 0-W03 - Brettsperrholzinne wand t = 18 cm

Geometrische Randbedingungen:

Wanddicke [d]: 18 cm
Systemhöhe [h]: 3,85 m

Die Bemessung erfolgt für die maßgebende Wand im EG.

Lastannahmen:

Vertikallasten

aus 1-W03 (Eigengewicht): $g_k = 0,18 \text{ m} \times 3,85 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 3,5 \text{ kN/m}$
aus 1-D02: $g_k = 8,5 \text{ kN/m}$
 $q_k = 5,3 \text{ kN/m}$

Auf der sicheren Seite liegend wird eine Lastausbreitung des Unterzugs 1-U01 von nur 1 m angenommen.

aus 1-U01: $G_k = 99,2 \text{ kN}$
 $Q_k = 57,2 \text{ kN}$
aus 0-D03: $g_k = 8,4 \text{ kN/m}$
 $q_k = 10,0 \text{ kN/m}$

Summe $\Sigma G_k = 120 \text{ kN}$
 $\Sigma Q_k = 72,5 \text{ kN}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse: 1
gewählte Holzfestigkeit: C24
gewählte Holzfestigkeit: BSP KLH 7s 180 DQ

Position: 1-W03, 0-W03 - Brettsperrholzinne wand t = 18 cm

Nachweise	Eingehalten
Stütze	KLH 7s 180 DQ 100.0 / 18.0

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsperrholz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsperrholz Bemessung	07.2013	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

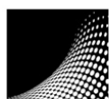
1.35 g	1.35 g + 1.50 p
--------	-----------------

Brandbemessung

g	g + 0.30 p
---	------------

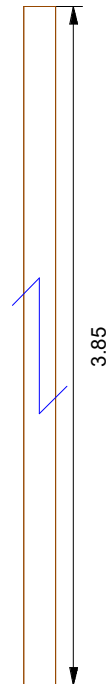
Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

g	g + p
---	-------

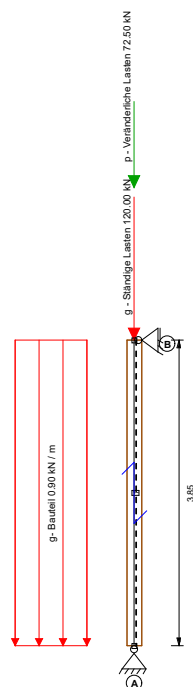


2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Stablänge 1	3.850 m
-------------	---------

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau BSPH-Wand

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
1	tragend	längs	30.00	C24 NSI	
2	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
4	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
5	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
6	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
7	tragend	längs	30.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	x1 [m]	Geb. Kat
g - Ständige Lasten	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	120.00 [kN]		-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	0.90 [kN/m]		-
p - Veränderliche Lasten	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	72.50 [kN]		B

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
1	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad	Anmerkung
A	0.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	0.00	1000.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	$l/300$; $l/200$; $l/300$	3.85	3.85	3.85	3.85

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	$t_{\text{geschützt}}$ min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	2-seitig	0.00	3.85	3.85	3.85

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsperrholz

BSPH-Wand

$B_{A,z}$ kNm ²	$B_{B,z}$ kNm ²	$EI_{\text{eff}} (B_z)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN
108.00	4500.00	4608.00	16911.76	1440000.00

Schichtmaterialien

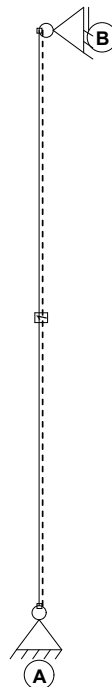
Identnummer	Material	$f_{m,y,k}$ N/mm ²	$f_{m,z,k}$ N/mm ²	$f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{c,90,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	$f_{v,k}$ N/mm ²	$E_{0,\text{mean}}$ N/mm ²	G_{mean} N/mm ²	$E_{90,\text{mean}}$ N/mm ²	$E_{0,5}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

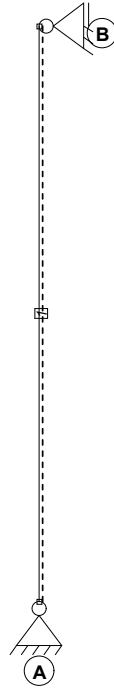
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



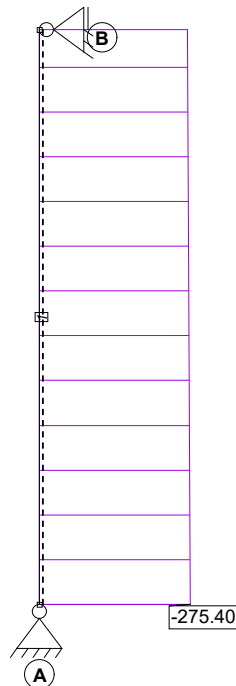
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



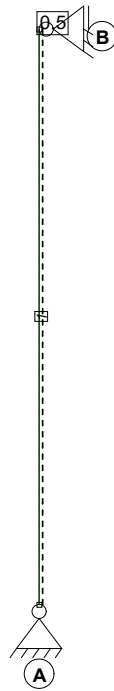
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



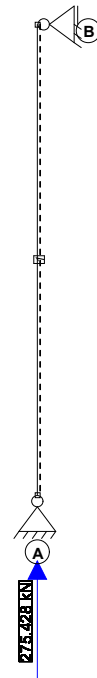
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,k}$ kNm ²	$B_{B,k}$ kNm ²	$EL_{eff} (B_s)$ kNm ²	S_s kN	D_s kN	d_0 [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	54.55	1074.09	1128.64	12343.83	876000.00	7.00	0.55/0.80/0.80

BSPH-Wand

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 1	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 5	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 6	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 7	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. BSPH-Wand

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.03 < 1,0$	✓	g + p	Knoten A
Schubspannung	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A
Stabilität	$0.26 < 1,0$	✓	g + p	Knoten A
elastische Durchbiegung (w_{inst})	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A
Enddurchbiegung (w_{en})	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A
Optik ($w_{net,fin}$)	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.08 < 1,0$	✓	g + p	Knoten A
Schubspannung	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A
Stabilität	$0.27 < 1,0$	✓	g + p	Knoten A

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p
$A_{F_{k,k}}$	0.00	0.00	$B_{F_{k,k}}$	0.00	0.00
$A_{F_{z,max,k}}$	123.47	72.50			
$A_{F_{z,min,k}}$	123.47	0.00			

4.3. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel
$A_{F_{z,d}}$	166.68	275.43

4.4. abhebende Bemessungsaflagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaflagerkräfte hervor!

4.5. Nachweise im Detail

4.5.1. BSPH-Wand: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{f_{t,0,d}} + \frac{E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{k_l \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,03 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	k_l	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
0.00	12000.00	4608.00	0.00	1.000	14.77	-275.43	8.33	2.30	12.92	0.800

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²	k_{mod}
0.00	0.00	4608.00	0.00	1.02	1.100

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.675	1.156	1.156	0.100	68.059	3.850	56.6

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,26 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$E_{x,i}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ N/mm ²	k_{cy}	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
12000.00	-275.43	1440000.00	2.30	0.675	12.92	0.800

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
0.00	12.83

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	19.25	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	12.83	0.600

4.5.2. BSPH-Wand: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,08 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N_d kN	$f_{c,0,d,fi}$ N/mm ²	σ N/mm ²	D_x kN
-145.22	24.15	1.99	876000.00

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
0.00	0.00	1128.64	0.00	1.20

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5[(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2)]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.306	2.102	2.102	0.100	107.259	3.850	35.9

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,27 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$E_{x,i}$ N/mm ²	$N_{d,i}$ kN	D_x kN	σ N/mm ²	$k_{c,z}$	$f_{c,0,d,i}$ N/mm ²
12000.00	-145.22	876000.00	1.99	0.306	24.15

Position: 1-W04, 0-W04 - Brettsperrholzwand t = 18 cm

Geometrische Randbedingungen:

Wanddicke [d]: 18 cm
Systemhöhe [h]: 3,85 m

Die Bemessung erfolgt für die maßgebende Wand im EG.

Lastannahmen:

Vertikallasten

aus 1-W04 (Eigengewicht): $g_k = 0,18 \text{ m} \times 3,85 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 3,5 \text{ kN/m}$
aus Attika: $g_k = 0,6 \text{ kN/m}$
aus Fassade: $g_k = 1,0 \text{ kN/m}$
aus 1-D02: $g_k = 8,5 \text{ kN/m}$
 $q_k = 5,3 \text{ kN/m}$
aus 0-D03: $g_k = 8,4 \text{ kN/m}$
 $q_k = 10,0 \text{ kN/m}$

Auf der sicheren Seite liegend wird für den Unterzug 0-U01 nur eine Lastausbreitung von 1 m angenommen.

aus 0-U01: $G_k = 129,8 \text{ kN/m}$
 $Q_k = 62,5 \text{ kN/m}$

Summe $\Sigma G_k = 152 \text{ kN}$
 $\Sigma Q_k = 78 \text{ kN}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	REI30
gewählte Holzfestigkeit:	C24
gewählte Holzfestigkeit:	BSP KLH 7s 180 DQ

Position: 1-W04, 0-W04 - Brettsperrholzinne wand t = 18 cm

Nachweise	Eingehalten
Stütze	KLH 7s 180 DQ 100.0 / 18.0

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsperrholz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsperrholz Bemessung	07.2013	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

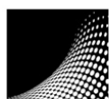
1.35 g	1.35 g + 1.50 p
--------	-----------------

Brandbemessung

g	g + 0.30 p
---	------------

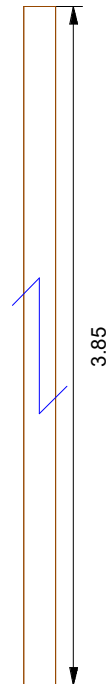
Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

g	g + p
---	-------

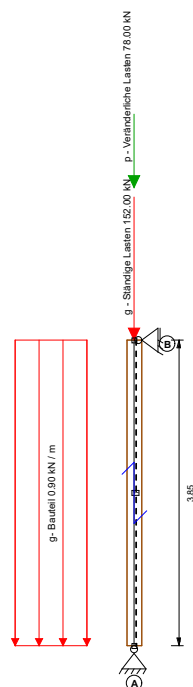


2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Stablänge 1	3.850 m
-------------	---------

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau BSPH-Wand

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
1	tragend	längs	30.00	C24 NSI	
2	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
4	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
5	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
6	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
7	tragend	längs	30.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	x1 [m]	Geb. Kat
g - Ständige Lasten	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	152.00 [kN]		-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	0.90 [kN/m]		-
p - Veränderliche Lasten	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	78.00 [kN]		B

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
1	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad	Anmerkung
A	0.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	0.00	1000.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	$l/300$; $l/200$; $l/300$	3.85	3.85	3.85	3.85

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	$t_{\text{geschützt}}$ min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	2-seitig	0.00	3.85	3.85	3.85

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsperrholz

BSPH-Wand

B_{Ax} kNm ²	B_{Bz} kNm ²	$EI_{eff} (B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN
108.00	4500.00	4608.00	16911.76	1440000.00

Schichtmaterialien

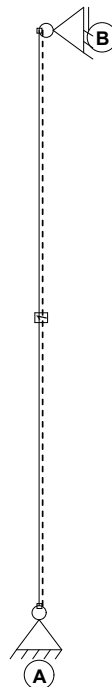
Identnummer	Material	$f_{m,y,k}$ N/mm ²	$f_{m,z,k}$ N/mm ²	$f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{c,90,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	$f_{v,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ N/mm ²	G_{mean} N/mm ²	$E_{90,mean}$ N/mm ²	$E_{0,5}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

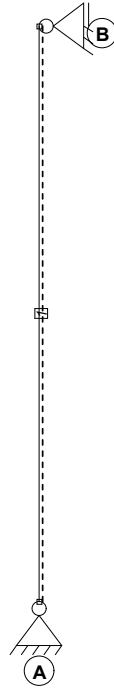
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



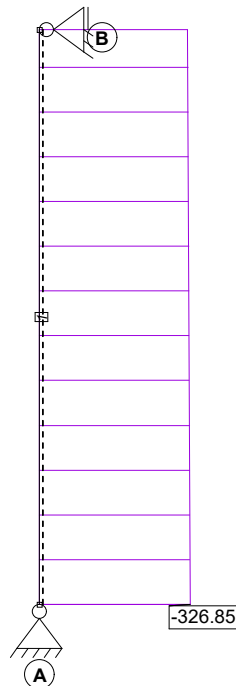
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



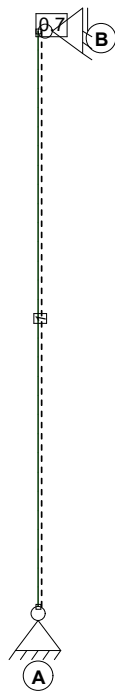
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



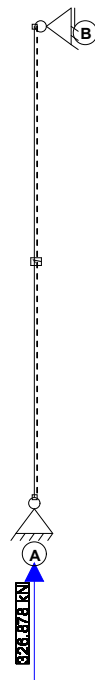
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	$B_{A,k}$ kNm ²	$B_{B,k}$ kNm ²	$EL_{eff}(B_i)$ kNm ²	S_i kN	D_i kN	d_0 [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	54.55	1074.09	1128.64	12343.83	876000.00	7.00	0.55/0.80/0.80

BSPH-Wand

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 1	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 5	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 6	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 7	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. BSPH-Wand

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.03 < 1,0$	✓	g	Knoten A
Schubspannung	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A
Stabilität	$0.31 < 1,0$	✓	g + p	Knoten A
elastische Durchbiegung (w_{inst})	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A
Enddurchbiegung (w_{en})	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A
Optik ($w_{net,fin}$)	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.10 < 1,0$	✓	g + p	Knoten A
Schubspannung	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A
Stabilität	$0.33 < 1,0$	✓	g + p	Knoten A

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p
$A_{F_{k,k}}$	0.00	0.00	$B_{F_{k,k}}$	0.00	0.00
$A_{F_{z,max,k}}$	155.47	78.00			
$A_{F_{z,min,k}}$	155.47	0.00			

4.3. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel
$A_{F_{z,d}}$	209.88	326.88

4.4. abhebende Bemessungsaflagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaflagerkräfte hervor!

4.5. Nachweise im Detail

4.5.1. BSPH-Wand: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x} + E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x}}{f_{t,0,d} + k_l \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,03 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	k_l	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
0.00	12000.00	4608.00	0.00	1.000	11.08	-209.88	8.33	1.75	9.69	0.600

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²	k_{mod}
0.00	0.00	4608.00	0.00	1.02	1.100

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.675	1.156	1.156	0.100	68.059	3.850	56.6

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,31 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$E_{x,i}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ N/mm ²	k_{cy}	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
12000.00	-326.88	1440000.00	2.72	0.675	12.92	0.800

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
0.00	12.83

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	19.25	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	12.83	0.600

4.5.2. BSPH-Wand: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,1 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N_d kN	$f_{c,0,d,fi}$ N/mm ²	σ N/mm ²	D_x kN
-178.87	24.15	2.45	876000.00

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
0.00	0.00	1128.64	0.00	1.20

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5[(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2)]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.306	2.102	2.102	0.100	107.259	3.850	35.9

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,33 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$E_{x,i}$ N/mm ²	$N_{d,i}$ kN	D_x kN	σ N/mm ²	$k_{c,z}$	$f_{c,0,d,i}$ N/mm ²
12000.00	-178.87	876000.00	2.45	0.306	24.15

Position: 1-W05, 0-W05 - Brettsperrholzaußenwand t = 18 cm

Geometrische Randbedingungen:

Wanddicke [d]: 18 cm

Systemhöhe [h]: 3,85 m

Die Bemessung erfolgt für die maßgebende Wand im EG.

Lastannahmen:

Vertikallasten

aus 1-W05 (Eigengewicht): $g_k = 0,18 \text{ m} \times 3,85 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 3,5 \text{ kN/m}$

aus Attika: $g_k = 0,6 \text{ kN/m}$

aus Fassade: $g_k = 2 \times 1,0 \text{ kN/m} = 2,0 \text{ kN/m}$

Auf der sicheren Seite liegend wird für die Unterzüge 1-U01 und 1-U02 nur eine Lastausbreitung von 1 m angenommen.

aus 1-U01: $G_k = 99,2 \text{ kN/m}$

$Q_k = 57,2 \text{ kN/m}$

aus 1-U02: $G_k = 50,8 \text{ kN/m}$

$Q_k = 25,6 \text{ kN/m}$

Summe $\Sigma G_k = 157 \text{ kN}$

$\Sigma Q_k = 83 \text{ kN}$

Horizontallasten

Wind: $w_k = 0,96 \text{ kN/m}^2 \approx 1,00 \text{ kN/m}^2$

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse: 1

gewählte Holzfestigkeit: C24

gewählte Holzfestigkeit: BSP KLH 7s 180 DQ

Position: 1-W05, 0-W05 - Brettsperrholzaußenwand t = 18 cm

Nachweise	Eingehalten
Stütze	KLH 7s 180 DQ 100.0 / 18.0

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsperrholz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsperrholz Bemessung	07.2013	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 w	1.35 g + 1.50 p
1.35 g + 1.50 p + 0.90 w	1.35 g + 1.50 w + 1.05 p	

Brandbemessung

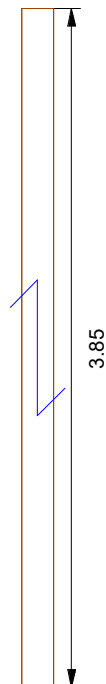
g	g + 0.50 w	g + 0.30 p
g + 0.50 w + 0.30 p		

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

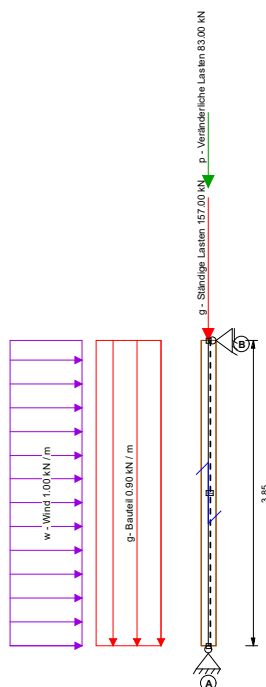
g	g + w	g + p
g + p + 0.60 w	g + w + 0.70 p	

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Stablänge 1	3.850 m
-------------	---------

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau BSPH-Wand

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
1	tragend	längs	30.00	C24 NSI	
2	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
4	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
5	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
6	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
7	tragend	längs	30.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	x1 [m]	Geb. Kat
g - Ständige Lasten	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	157.00 [kN]		-
g - Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	0.90 [kN/m]		-
p - Veränderliche Lasten	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	83.00 [kN]		B
w - Wind	Linienlast	Global in x	1	1.00 [kN/m]		-

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
1	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad	Anmerkung
A	0.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	0.00	1000.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	I [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	$l/300$; $l/200$; $l/300$	3.85	3.85	3.85	3.85

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	$t_{\text{geschützt}}$ min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	2-seitig	0.00	3.85	3.85	3.85

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsperrholz

BSPH-Wand

$B_{A,z}$ kNm ²	$B_{B,z}$ kNm ²	$EI_{eff}(B_z)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN
108.00	4500.00	4608.00	16911.76	1440000.00

Schichtmaterialien

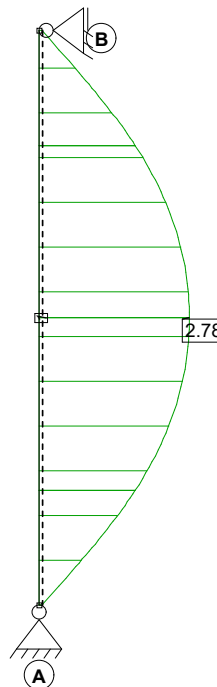
Identnummer	Material	$f_{m,y,k}$ N/mm ²	$f_{m,z,k}$ N/mm ²	$f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{c,90,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	$f_{v,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ N/mm ²	G_{mean} N/mm ²	$E_{90,mean}$ N/mm ²	$E_{0,5}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

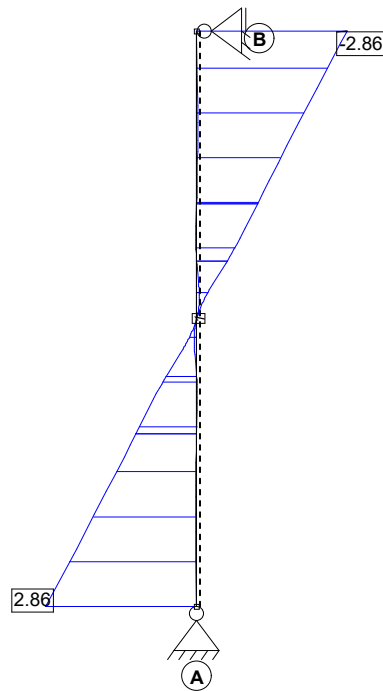
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



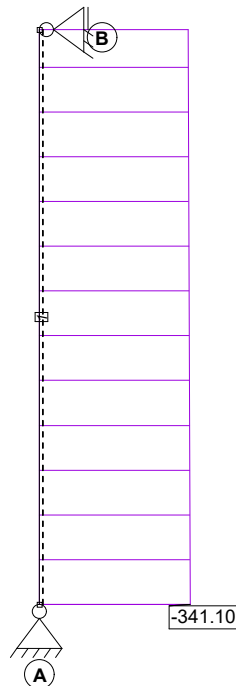
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



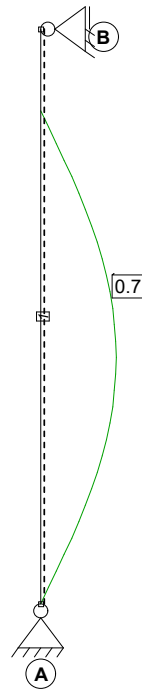
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



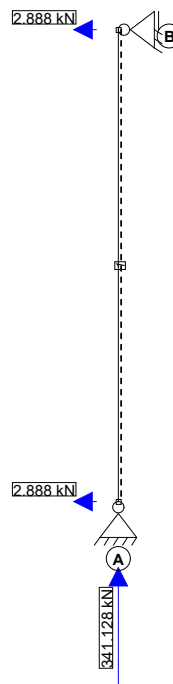
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	B _{Ax} kNm ²	B _{Bx} kNm ²	El _{eff} (B _y) kNm ²	S _x kN	D _x kN	d ₀ [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	54.55	1074.09	1128.64	12343.83	876000.00	7.00	0.55/0.80/0.80

BSPH-Wand

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 1	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 5	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 6	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 7	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. BSPH-Wand

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.04 < 1,0	✓	g + w	Stab 1
Schubspannung	0.02 < 1,0	✓	g + w	Knoten B
Stabilität	0.33 < 1,0	✓	g + p	Knoten A
elastische Durchbiegung (w _{inst})	0.05 < 1,0	✓	g + w	Stab 1
Enddurchbiegung (w _{en})	0.03 < 1,0	✓	g + w	Stab 1
Optik (w _{net,fin})	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.11 < 1,0	✓	g + p	Knoten A
Schubspannung	0.01 < 1,0	✓	g + w	Knoten B
Stabilität	0.36 < 1,0	✓	g + w + p	Stab 1

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p	w		g	p	w
A _{Fx1max,k}	0.00	0.00	1.93	B _{Fx1max,k}	0.00	0.00	1.93
A _{Fx1min,k}	0.00	0.00	0.00	B _{Fx1min,k}	0.00	0.00	0.00
A _{Fz1max,k}	160.47	83.00	0.00				
A _{Fz1min,k}	160.47	0.00	0.00				

4.3. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel	k./s.k.		ständig	mittel	k./s.k.		ständig	mittel	k./s.k.
A _{Fx,d}	0.00	0.00	2.89	A _{Fz,d}	216.63	341.13	341.13	B _{Fx,d}	0.00	0.00	2.89

4.4. abhebende Bemessungsaflagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaflagerkräfte hervor!

4.5. Nachweise im Detail

4.5.1. BSPH-Wand: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 1.50 w

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x} + E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{f_{t,0,d} + k_l \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,04 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{s,mean}$ N/mm ²	$E_{eff}(B_s)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	k_l	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
2.78	12000.00	4608.00	0.65	1.000	18.46	-158.73	8.33	1.32	16.15	1.000

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + 1.50 w

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0,02 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$E_{eff}(B_s)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²	k_{mod}
-2.89	36000.00	4608.00	0.02	0.92	1.000

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.675	1.156	1.156	0.100	68.059	3.850	56.6

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,33 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$E_{x,i}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ N/mm ²	$k_{c,y}$	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
12000.00	-341.13	1440000.00	2.84	0.675	12.92	0.800

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + w

w/zul. w

$\eta = 0,05 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
0.62	12.83

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + w

w/zul. w

$\eta = 0,03 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.62	19.25	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	12.83	0.600

4.5.2. BSPH-Wand: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,11 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N_d kN	$f_{c,0,d,fi}$ N/mm ²	σ N/mm ²	D_x kN
-185.37	24.15	2.54	876000.00

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + 0.50 w

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0,01 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

V_{zd} kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
-0.96	13933.50	1128.64	0.01	1.20

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

k_{cy}	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.306	2.102	2.102	0.100	107.259	3.850	35.9

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 0.50 w + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{k_m \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,36 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d,fi}$ kNm	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²	$k_{crit,y}$	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d,fi}$ N/mm ²	$k_{c,z}$
0.93	12000.00	1128.64	0.66	27.60	1.000	-183.63	13.70	2.52	24.15	0.306

Position: 0-W06 - Brettspertholzaußenwand t = 18 cm

Geometrische Randbedingungen:

Wanddicke [d]: 18 cm
Systemhöhe [h]: 5,33 m

Die Bemessung erfolgt für die maßgebende Wand im EG.

Lastannahmen:

Vertikallasten

aus Attika: $g_k = 0,6 \text{ kN/m}$
aus Fassade: $g_k = 1,0 \text{ kN/m}$
aus 0-D02: $g_k = 8,7 \text{ kN/m}$

$q_k = 4,5 \text{ kN/m}$

Summe $\Sigma G_k = 11 \text{ kN}$

$\Sigma Q_k = 5 \text{ kN}$

Horizontallasten

Wind: $w_k = 0,96 \text{ kN/m}^2 \approx 1,00 \text{ kN/m}^2$

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse: 1
gewählte Holzfestigkeit: C24
gewählte Holzfestigkeit: BSP KLH 7s 180 DQ

Position: 0-W06 - Brettsperrholzaußenwand t = 18 cm

Nachweise	Eingehalten
Stütze	KLH 7s 180 DQ 100.0 / 18.0

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsperrholz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsperrholz Bemessung	07.2013	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

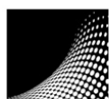
1.35 g	1.35 g + 1.50 w	1.35 g + 1.50 p
1.35 g + 1.50 p + 0.90 w	1.35 g + 1.50 w + 1.05 p	

Brandbemessung

g	g + 0.50 w	g + 0.30 p
g + 0.50 w + 0.30 p		

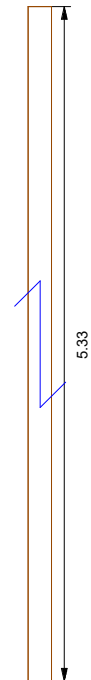
Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

g	g + w	g + p
g + p + 0.60 w	g + w + 0.70 p	

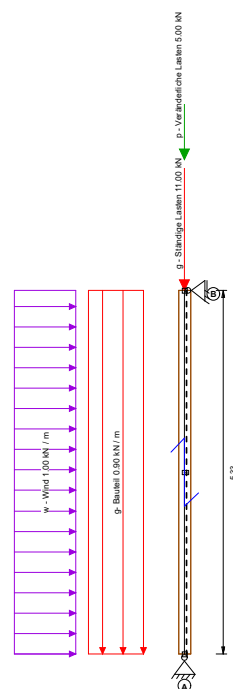


2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Stablänge 1	5.330 m
-------------	---------

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau BSPH-Wand

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
1	tragend	längs	30.00	C24 NSI	
2	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
4	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
5	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
6	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
7	tragend	längs	30.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	x1 [m]	Geb. Kat
g - Ständige Lasten	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	11.00 [kN]		-
g - Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	0.90 [kN/m]		-
p - Veränderliche Lasten	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	5.00 [kN]		B
w - Wind	Linienlast	Global in x	1	1.00 [kN/m]		-

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
1	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad	Anmerkung
A	0.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	0.00	1000.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	I [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	$l/300$; $l/200$; $l/300$	5.33	5.33	5.33	5.33

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	$t_{\text{geschützt}}$ min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	2-seitig	0.00	5.33	5.33	5.33

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsperrholz

BSPH-Wand

$B_{A,z}$ kNm ²	$B_{B,z}$ kNm ²	$EI_{eff}(B_z)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN
108.00	4500.00	4608.00	16911.76	1440000.00

Schichtmaterialien

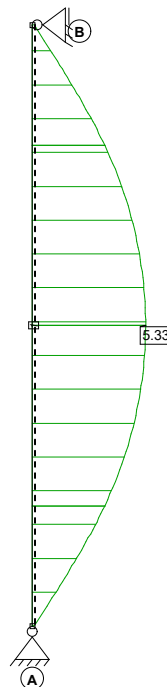
Identnummer	Material	$f_{m,y,k}$ N/mm ²	$f_{m,z,k}$ N/mm ²	$f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{c,90,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	$f_{v,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ N/mm ²	G_{mean} N/mm ²	$E_{90,mean}$ N/mm ²	$E_{0,s}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

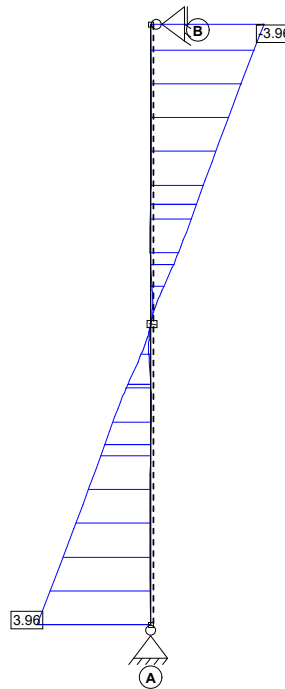
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



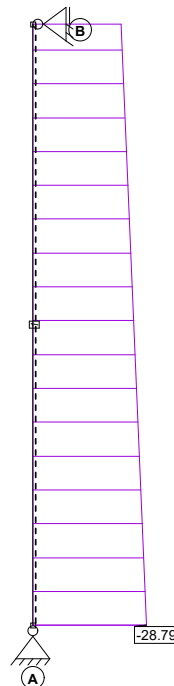
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



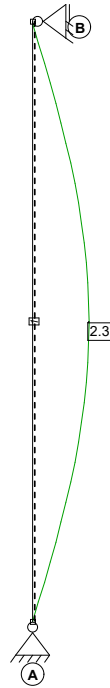
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



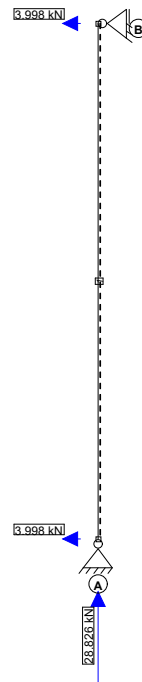
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	B _{Ax} kNm ²	B _{Bx} kNm ²	El _{eff} (B _y) kNm ²	S _i kN	D _i kN	d ₀ [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	54.55	1074.09	1128.64	12343.83	876000.00	7.00	0.55/0.80/0.80

BSPH-Wand

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 1	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 5	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 6	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 7	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. BSPH-Wand

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.07 < 1,0	✓	g + w	Stab 1
Schubspannung	0.03 < 1,0	✓	g + w	Knoten B
Stabilität	0.10 < 1,0	✓	g + w + p	Stab 1
elastische Durchbiegung (w _{inst})	0.13 < 1,0	✓	g + w	Stab 1
Enddurchbiegung (w _{en})	0.09 < 1,0	✓	g + w	Stab 1
Optik (w _{net,fin})	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.05 < 1,0	✓	g + w	Stab 1
Schubspannung	0.01 < 1,0	✓	g + w	Knoten B
Stabilität	0.10 < 1,0	✓	g + w + p	Stab 1

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p	w		g	p	w
A _{Fxy,max,k}	0.00	0.00	2.67	B _{Fxy,max,k}	0.00	0.00	2.67
A _{Fxy,min,k}	0.00	0.00	0.00	B _{Fxy,min,k}	0.00	0.00	0.00
A _{Fz,max,k}	15.80	5.00	0.00				
A _{Fz,min,k}	15.80	0.00	0.00				

4.3. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel	k./s.k.		ständig	mittel	k./s.k.		ständig	mittel	k./s.k.
A _{Fx,d}	0.00	0.00	4.00	A _{Fz,d}	21.33	28.83	28.83	B _{Fx,d}	0.00	0.00	4.00

4.4. abhebende Bemessungsaflagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaflagerkräfte hervor!

4.5. Nachweise im Detail

4.5.1. BSPH-Wand: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 1.50 w

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x} + E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{f_{t,0,d} + k_l \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,07 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{s,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_s)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	k_l	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
5.33	12000.00	4608.00	1.25	1.000	18.46	-13.40	8.33	0.11	16.15	1.000

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + 1.50 w

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0,03 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_s)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²	k_{mod}
-4.00	36000.00	4608.00	0.03	0.92	1.000

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.390	1.742	1.742	0.100	94.222	5.330	56.6

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 w + 1.05 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x} + E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{k_c \cdot f_{c,0,d} + k_m \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,1 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$EL_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	$k_{crit,y}$	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	$k_{c,z}$	k_{mod}
5.33	12000.00	4608.00	1.25	18.46	1.000	-23.34	8.33	0.19	16.15	0.390	1.000

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + w

w/zul. w

$\eta = 0,13 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
2.28	17.77

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + w

w/zul. w

$\eta = 0,09 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
2.28	26.65	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	17.77	0.600

4.5.2. BSPH-Wand: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 0.50 w

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x} + E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{f_{t,0,d} + k_t \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,05 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$M_{y,d,fi}$ kNm	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$EL_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	k_t	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d,fi}$ N/mm ²
1.78	12000.00	1128.64	1.26	1.000	27.60	-13.40	13.70	0.18	24.15

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + 0.50 w

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0,01 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

V_{zd} kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
-1.33	13933.50	1128.64	0.02	1.20

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

k_{cy}	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.163	3.538	3.538	0.100	148.492	5.330	35.9

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 0.50 w + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{k_m \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,1 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$M_{y,d,fi}$ kNm	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d,fi}$ N/mm ²	$k_{crit,y}$	$N_{d,fi}$ kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d,fi}$ N/mm ²	$k_{c,z}$
1.78	12000.00	1128.64	1.26	27.60	1.000	-14.90	13.70	0.20	24.15	0.163

Position: 0-W07 - Stahlbetoninnenwand

Geometrische Randbedingungen:

Wanddicke [d]: 20 cm
Systemhöhe [h]: $\leq 4,00$ m

Lastannahmen:

Vertikallasten:

aus 1-D01: $g_k = 5,3$ kN/m
 $q_k = 4,2$ kN/m
aus 1-W05 (Eigengewicht): $g_k = 3,81 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 3,4$ kN/m
aus 0-D06: $g_k = 4,4$ kN/m
 $q_k = 5,3$ kN/m
aus 0-D07: $g_k = 5,3$ kN/m
 $q_k = 8,6$ kN/m

Horizontallast aus Erdbeben:

aus OG: $H_{d,OG} = 82,06$ kN
aus EG: $H_{d,EG} = 31,01$ kN
 $\Sigma H_d = 82,06 \text{ kN} + 31,01 \text{ kN} = 113,1$ kN

Anforderungen an das Stahlbetonbauteil:

Expositionsklasse:	XC1, W0
gewählte Betondruckfestigkeit:	C25/30 - Überwachungsklasse 1
gewählte Betondeckung:	25 mm
Rechenwert der Rissbreite w_k	0,4 mm
Feuerwiderstand:	REI30

Gewählte Bewehrung:

Grundbewehrung beidseitig:	Q335 (= 3,35 cm ² /m)
Wandenden:	4Ø14
Wandendenverbügelung:	8Ø15

Wand konstruktiv bewehrt!

Anschluss an Brettsper Holzwand im OG (Pos. 1-W05 bzw. Aussteifungswand 4a) siehe Kapitel Aussteifung

Position: 1-MW01, 0-MW01 - Mauerwerksaußenwand $t = 17,5 \text{ cm}$

Geometrische Randbedingungen:

Wanddicke [d]:	17,5 cm
Lichte Wandhöhe [H]:	$\leq 3,85 \text{ m}$ (OG) vierseitig gehalten $\leq 3,85 \text{ m}$ (EG)
Mauerwerk:	KS-P-20-2,2-DM

Lastannahmen:

Lastfall min. N + max. H (Nachweis der Mindestauflast)

Die nachgewiesene Wand im OG ist vierseitig gehalten.

Vertikallast	$g_k = 8,1 \text{ kN/m}$ $q_k = 0 \text{ kN/m}$
horizontale Last aus Wind	$w_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$
Die Auflast in Wandmitte ist größer oder gleich dieser Last.	

Lastfall max. N + max. H

Vertikallast	$g_k = 300 \text{ kN/m}$ $q_k = 150 \text{ kN/m}$
horizontale Last aus Wind	$w_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$

Die Lastannahme stellt die für die Wandgeometrie und Material größte Belastung dar.

Alle in der statischen Berechnung vorhandenen Auflagerkräfte sind kleiner gleich dieser Belastung.

Position: 1-MW01, 0-MW01 - Mauerwerksaußenwand $t = 17,5 \text{ cm}$ (max. N, max. H)

Mauerwerk mehrgeschossig MWM+ 02/21 (FRILO R-2021-2/P10)

Norm und Sicherheitskonzept

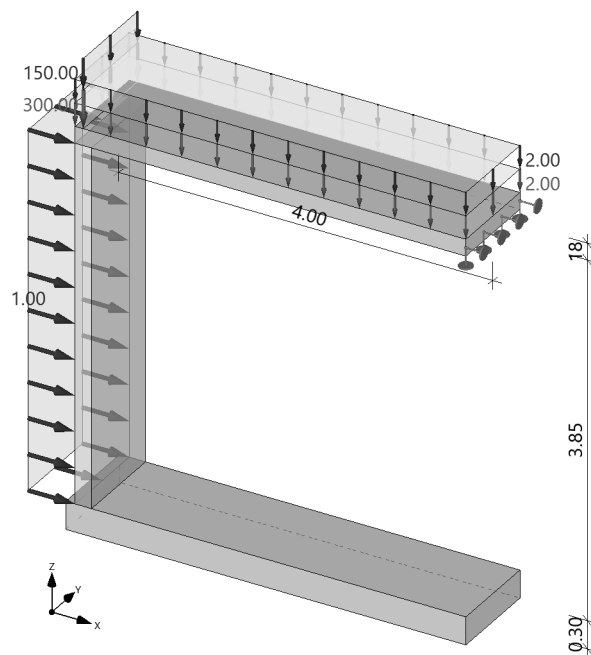
- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

Allgemeines

- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D
 Maßstab 1 : 70



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDk	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	φ_∞
1	KS	20	DM	2.2	KSP-20-2.2-DM	10.50	20.00	10.00	0.22	22.00	1.5
Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412 RDk : Rohdichteklasse φ_∞ : Endkriechzahl											

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	g_0 [kN/m ²]
1	einschalige Außenwand	1	zweiseitig	3.85	17.5	1.00	3.85
Eb. : Ebene, unterste Wand = 1 h_s : lichte Wandhöhe d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau l_0 : rechnerische Wandlänge g_0 : Wandeigengewicht							

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm ²]	d ₀ [cm]	Seite	a [cm]	l [m]	b [m]	Lagerung
1	einseitig	30500	18.0	rechts	17.5	4.00	1.00	gelenkig
Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig) d ₀ : Dicke der Geschossdecke a : Deckenauflagertiefe l : Spannweite b : Einflussbreite der Geschossdecke								

Einwirkungen

Typ	Name	V _{sup}	V _{inf}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
G	ständig	1.35	1.00	-	-	-
Q	Kat. A: Wohngebäude	1.50	-	0.70	0.50	0.30
Q	Windlasten	1.50	-	0.60	0.20	0.00
Typ : Typ der Einwirkung, G ... ständig, Q ... veränderl., A ... außergewöhnlich V _{sup} : oberer Wert des Teilsicherheitsfaktors V _{inf} : unterer Wert des Teilsicherheitsfaktors ψ ₀ : Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkung ψ ₁ : Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen ψ ₂ : Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen						

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g ₀ [kN/m]	q ₀ [kN/m]	Einwirkung
1	1	Gleichlast	300.00	150.00	Kat. A: Wohngebäude
Eb. : Ebene, unterste Wand = 1 g ₀ : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) q ₀ : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils					

Deckenlasten

Nr.	Eb.	Typ	Durchlaufwirkung	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]	A _g [kN/m]	A _q [kN/m]	Einwirkung
2	1	Gleichlast	Deckengeometrie	2.00	2.00	4.09	4.09	Kat. A: Wohngebäude
Eb. : Ebene, unterste Decke = 1 Durchlaufwirkung : Bestimmung der Deckenaufagerkraft g : ständiger Lastanteil q : veränderlicher Lastanteil A _g : Auflagerkraft auf Wand infolge ständigem Lastanteil A _q : Auflagerkraft auf Wand infolge veränderlichem Lastanteil Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils								

Horizontale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g ₀ [kN/m ²]	q ₀ [kN/m ²]	Einwirkung
3	1	Gleichlast	0.00	1.00	Windlasten
Eb. : Ebene, unterste Wand = 1 g ₀ : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) q ₀ : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils					

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Nr.	Typ	K ₀	K ₂	K ₅	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2)
2	Qv	1.50	0.00	0.00	Last 1
3	Qv	1.50	1.05	0.70	Qv, re->Decke 1 (Last 2)
4	Qh	0.00	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 3

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten

Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten

Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten

Typ : Lastfallart
 K₀ : Drucknachweis
 K₂ : Nachweis Plattenschub
 K₅ : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Schnittgrößen

E-Modul: $E = K_E \cdot f_k$ (K_E abh. von Mauersteinart, Rechenwert nach Tab. NA.12, DIN EN 1996:2019)

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
1	K0	3.85	641.65	-1.20	-0.47
		3.21	644.98	-0.90	-0.47
		2.57	648.32	-0.60	-0.47
		1.93	651.65	-0.30	-0.47
		1.28	654.99	0.00	-0.47
		0.64	658.32	0.30	-0.47
		0.00	661.66	0.60	-0.47
	K2	3.85	308.38	-2.85	-3.28
		3.21	310.85	-1.06	-2.31
		2.57	313.32	0.12	-1.35
		1.93	315.79	0.68	-0.39
		1.28	318.26	0.62	0.57
		0.64	320.73	-0.06	1.54
		0.00	323.20	-1.35	2.50
	K5	3.85	306.95	-2.02	-2.23
		3.21	309.42	-0.79	-1.59
		2.57	311.89	0.02	-0.95
		1.93	314.36	0.42	-0.31
		1.28	316.83	0.41	0.34
		0.64	319.30	-0.01	0.98
		0.00	321.77	-0.84	1.62

z : Höhenschnitt, gemessen vom Wandfuß
N_{Edz} : Normalkraft aus vertikalen Lasten (Druckkraft positiv)
M_{Edy} : Biegemoment infolge Plattenbeanspruchung
V_{Edx} : Querkraft infolge Plattenbeanspruchung

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

z [m]	e _d [cm]	zul e _d [cm]	η
3.85	0.7	5.8	0.11
1.93	0.1	5.8	0.02
1.60	0.1	5.8	0.03
0.00	0.3	5.8	0.04

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
e_d : max. Exzentrizität in Wanddickenrichtung (Betrag)
zul e_d : zulässige Exzentrizität in Wanddickenrichtung
η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge $h_{ef} = 2.89 \text{ m}$
Knickschlankheit $\lambda_c = 16.50$
Wandquerschnitt $A_w = 1750.0 \text{ cm}^2$
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit $f_d = 5.95 \text{ N/mm}^2$

z [m]	y [m]	t _{cal} [cm]	N _{Ed} [kN/m]	e _d [cm]	e _{init} [cm]	e _k [cm]	Φ _{i/m}	N _{Rd} [kN/m]	η
3.85	0.50	17.5	641.65	0.2	0.0	0.0	0.90	937.13	0.68
1.93	0.50	17.5	651.65	0.05	0.6	0.2	0.63	655.99	0.99
0.00	0.50	17.5	661.66	-0.1	0.0	0.0	0.90	937.13	0.71

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
t_{cal} : rechnerische Wanddicke
N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
e_d : planmäßige Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Lasten (inkl. e_h)
e_{init} : ungewollte Ausmitte in Wanddickenrichtung
e_k : Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Kriechens
Φ_{i/m} : Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit (Φ_i für Wandkopf/-Fuß, Φ_m für Wandmitte)
N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
η : Auslastung

Schubnachweis - Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen) $f_{vk0} = 0.11 \text{ N/mm}^2$

z	y	V_{Ed}	d_c	σ_d	f_{vd}	V_{Rd}	η
[m]	[m]	[kN/m]	[cm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN/m]	
3.85	0.50	3.28	17.5	1.76	0.80	93.64	0.03
0.00	0.50	2.50	17.5	1.85	0.84	97.59	0.03

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
 V_{Ed} : Bemessungswert der Querkraft
 d_c : überdrückte Wanddicke
 σ_d : mittlere Druckspannung
 f_{vd} : Bemessungswert der Schubfestigkeit
 V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
 η : Auslastung

Position: 1-MW01 - Mauerwerksaußenwand t = 17,5 cm (min. N, max. H)

Mauerwerk mehrgeschossig MWM+ 02/21 (FRILO R-2021-2/P10)

Norm und Sicherheitskonzept

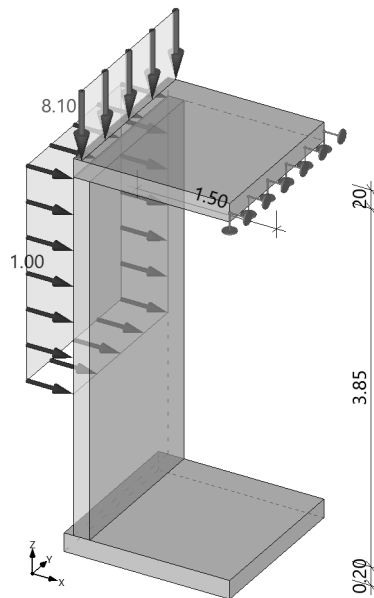
- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

Allgemeines

- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D
 Maßstab 1 : 70



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	φ_∞
1	KS	20	DM	2.2	KSP-20-2,2-DM	10.50	20.00	10.00	0.22	22.00	1.5
Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412 RDK : Rohdichteklasse φ_∞ : Endkriechzahl											

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	b/b' [m]	g_0 [kN/m ²]
1	einschalige Außenwand	1	vierseitig	3.85	17.5	1.75	1.95	3.85
Eb. : Ebene, unterste Wand = 1 h_s : lichte Wandhöhe d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau l_0 : rechnerische Wandlänge b/b' : Abstand der aussteifenden Wände g_0 : Wandeigengewicht								

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm ²]	d ₀ [cm]	Seite	a [cm]	l [m]	b [m]	Lagerung
1	einseitig	30500	20.0	rechts	17.5	1.50	1.75	gelenkig
	Typ :	Deckenart (einseitig/beidseitig)						
	d ₀ :	Dicke der Geschossdecke						
	a :	Deckenauflagertiefe						
	l :	Spannweite						
	b :	Einflussbreite der Geschossdecke						

Einwirkungen

Typ	Name	V _{sup}	V _{inf}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
G	ständig	1.35	1.00	-	-	-
Q	Windlasten	1.50	-	0.60	0.20	0.00
	Typ :	Typ der Einwirkung, G ... ständig, Q ... veränderl., A ... außergewöhnlich				
	V _{sup} :	oberer Wert des Teilsicherheitsfaktors				
	V _{inf} :	unterer Wert des Teilsicherheitsfaktors				
	ψ ₀ :	Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkung				
	ψ ₁ :	Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen				
	ψ ₂ :	Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen				

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g ₀ [kN/m]	q ₀ [kN/m]	Einwirkung
1	1	Gleichlast	8.10	0.00	Kat. A: Wohngebäude
	Eb. :	Ebene, unterste Wand = 1			
	g ₀ :	ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)			
	q ₀ :	veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)			
	Einwirkung :	Einwirkung des veränderlichen Lastanteils			

Horizontale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g ₀ [kN/m ²]	q ₀ [kN/m ²]	g ₁ [kN/m ²]	q ₁ [kN/m ²]	a [m]	l [m]	Einwirkung
2	1	Trapezlast	0.00	1.00	0.00	1.00	1.52	2.31	Windlasten
	Eb. :	Ebene, unterste Wand = 1							
	g ₀ :	ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)							
	q ₀ :	veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)							
	g ₁ :	Ordinate des ständigen Lastanteils am Lastende							
	q ₁ :	Ordinate des veränderlichen Lastanteils am Lastende							
	a :	Abstand der Last vom Wandfuß							
	l :	Lastausdehnung							
	Einwirkung :	Einwirkung des veränderlichen Lastanteils							

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Nr.	Typ	K ₀	K ₂	K ₅	zugehörige Last
1	Gv	1.00	1.00	1.00	Gv (Last 1)
2	Qh	1.50	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 2

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten

Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten

Typ :	Lastfallart
K ₀ :	Drucknachweis
K ₂ :	Nachweis Plattenschub
K ₅ :	Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Schnittgrößen

E-Modul: $E = K_E \cdot f_k$ (K_E abhng. von Mauersteinart, Rechenwert nach Tab. NA.12, DIN EN 1996:2019)

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
1	K ₀	3.85	8.10	-0.70	-2.25
		3.21	10.57	0.45	-1.32
		2.57	13.04	0.99	-0.35
		1.93	15.51	0.91	0.61
		1.28	17.98	0.25	1.22
		0.64	20.45	-0.53	1.22
		0.00	22.92	-1.31	1.22
	K ₂	3.85	8.10	-0.70	-2.25
		3.21	10.57	0.45	-1.32
		2.57	13.04	0.99	-0.35

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{Edy} [kNm/m]	V _{Edx} [kN/m]
		1.93	15.51	0.91	0.61
		1.28	17.98	0.25	1.22
		0.64	20.45	-0.53	1.22
		0.00	22.92	-1.31	1.22
	K ₅	3.85	8.10	-0.47	-1.50
		3.21	10.57	0.30	-0.88
		2.57	13.04	0.66	-0.24
		1.93	15.51	0.60	0.40
		1.28	17.98	0.17	0.81
		0.64	20.45	-0.35	0.81
		0.00	22.92	-0.87	0.81

z : Höhenschnitt, gemessen vom Wandfuß
 N_{Edz} : Normalkraft aus vertikalen Lasten (Druckkraft positiv)
 M_{Edy} : Biegemoment infolge Plattenbeanspruchung
 V_{Edx} : Querkraft infolge Plattenbeanspruchung

Begrenzung der Knotenmomente (Anwendung Rücksatzregel)

In mindestens einer der untersuchten Lastfallkombinationen wurde
 - an Wand 1 am Wandkopf

eine Begrenzung der Knotenmomente entspr. EN 1996-1-1, Anhang C(4) vorgenommen. Eventuellen Rissabzeichnungen sollte durch geeignete konstruktive Maßnahmen vorgebeugt werden.

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

z [m]	e _d [cm]	zul e _d [cm]	η
3.85	5.8	5.8	1.00
2.57	5.0	5.8	0.86
1.93	3.9	5.8	0.67
0.00	3.8	5.8	0.65

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 e_d : max. Exzentrizität in Wanddickenrichtung (Betrag)
 zul e_d : zulässige Exzentrizität in Wanddickenrichtung
 η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge h_{ef} = 0.98 m
 Knickschlankheit λ_c = 5.57
 Wandquerschnitt A_w = 3062.5 cm²
 Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit f_d = 5.95 N/mm²

z [m]	y [m]	t _{cal} [cm]	N _{Ed} [kN/m]	e _d [cm]	e _{init} [cm]	Φ _{i/m}	N _{Rd} [kN/m]	η
3.85	0.88	17.5	8.10	8.7	0.0	0.01	8.10	1.00 ⁽¹⁾
2.57	0.88	17.5	13.04	-7.6	0.2	0.11	115.07	0.11
1.93	0.88	17.5	15.51	-5.8	0.2	0.22	226.52	0.07
0.00	0.88	17.5	22.92	5.7	0.0	0.35	360.53	0.06

⁽¹⁾ η = 1.0 verfahrensbedingt

(Rücksatzregel, DIN EN 1996-1-1, Anh. C(5), zeigt nicht die Grenztraglast des Wandsystems an!)

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
 t_{cal} : rechnerische Wanddicke
 N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
 e_d : planmäßige Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Lasten (inkl. e_n)
 e_{init} : ungewollte Ausmitte in Wanddickenrichtung
 Φ_{i/m} : Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit (Φ_i für Wandkopf/-Fuß, Φ_m für Wandmitte)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
 η : Auslastung

Schubnachweis - Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen) f_{vk0} = 0.11 N/mm²

	z	y	V _{Ed}	d _c	σ _d	f _{vd}	V _{Rd}	η
	[m]	[m]	[kN/m]	[cm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN/m]	
	3.85	0.88	2.25	0.2	3.97	1.68	2.29	0.98
	0.00	0.88	1.22	11.4	0.20	0.18	13.52	0.09
z	: Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt							
y	: Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)							
V _{Ed}	: Bemessungswert der Querkraft							
d _c	: überdrückte Wanddicke							
σ _d	: mittlere Druckspannung							
f _{vd}	: Bemessungswert der Schubfestigkeit							
V _{Rd}	: Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft							
η	: Auslastung							

Position: 0-MW02 - Mauerwerksinnenwand $t = 17,5 \text{ cm}$

Geometrische Randbedingungen:

Wanddicke [d]:	17,5 cm
Lichte Wandhöhe [H]:	$\leq 3,85 \text{ m (OG)}$
Mauerwerk:	KS-P-20-2,2-DM

Lastannahmen:

Lastfall max. N + max. H

Vertikallast	$g_k = 230 \text{ kN/m}$
	$q_k = 190 \text{ kN/m}$

Die Lastannahme stellt die für die Wandgeometrie und Material größte Belastung dar.

Alle in der statischen Berechnung vorhandenen Auflagerkräfte sind kleiner gleich dieser Belastung.

Position: 0-MW02 - Mauerwerksinnenwand t = 17,5 cm

Mauerwerk mehrgeschossig MWM+ 02/21 (FRILO R-2021-2/P10)

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

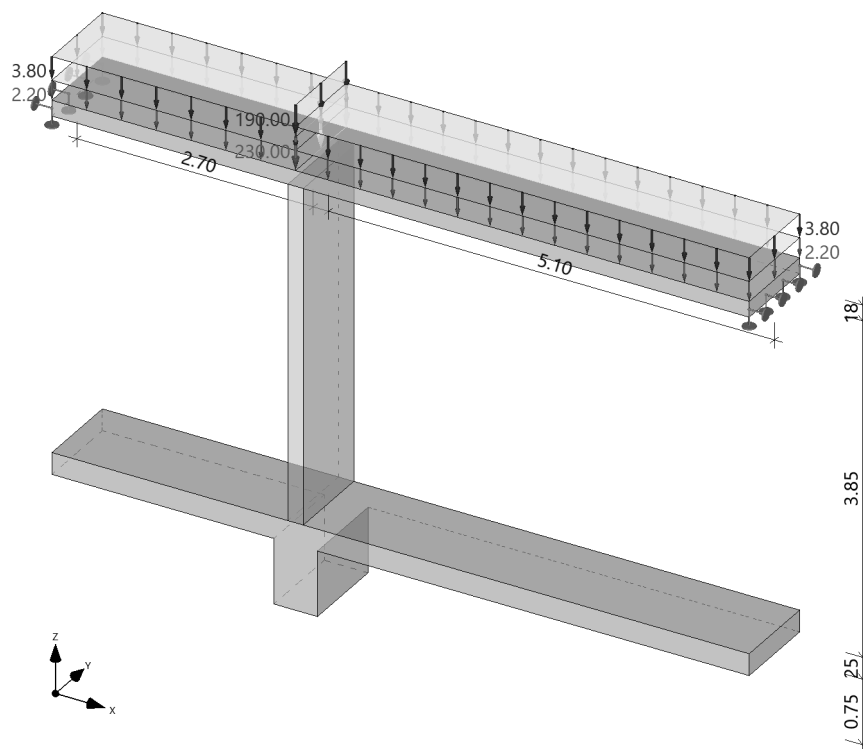
Allgemeines

- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D

Maßstab 1 : 75



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	φ_{∞}
1	KS	20	DM	2.2	KSP-20-2.2-DM	10.50	20.00	10.00	0.22	22.00	1.5

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
 Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
 MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
 RDK : Rohdichteklasse
 φ_{∞} : Endkriechzahl

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	g_0 [kN/m ²]
1	Innenwand	1	zweiseitig	3.85	17.5	1.00	3.85

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
 h_s : lichte Wandhöhe
 d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau
 l_0 : rechnerische Wandlänge
 g_0 : Wandeigengewicht

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm ²]	d ₀ [cm]	Seite	l [m]	b [m]	Lagerung
1	beidseitig	30500	18.0	links rechts	2.70 5.10	1.00 1.00	gelenkig gelenkig

Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig)
 d₀ : Dicke der Geschossdecke
 l : Spannweite
 b : Einflussbreite der Geschossdecke

Einwirkungen

Typ	Name	V _{sup}	V _{inf}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
G	ständig	1.35	1.00	-	-	-
Q	Kat. A: Wohngebäude	1.50	-	0.70	0.50	0.30

Typ : Typ der Einwirkung, G ... ständig, Q ... veränderl., A ... außergewöhnlich
 V_{sup} : oberer Wert des Teilsicherheitsfaktors
 V_{inf} : unterer Wert des Teilsicherheitsfaktors
 ψ₀ : Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkung
 ψ₁ : Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen
 ψ₂ : Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g ₀ [kN/m]	q ₀ [kN/m]	Einwirkung
1	1	Gleichlast	230.00	190.00	Kat. A: Wohngebäude

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
 g₀ : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
 q₀ : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
 Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Deckenlasten

Nr.	Eb.	Typ	Durchlaufwirkung	Seite	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]	A _g [kN/m]	A _q [kN/m]	Einwirkung
2	1	Gleichlast	Deckengeometrie	links rechts	2.20 2.20	3.80 3.80	3.47 8.40	6.00 14.51	Kat. A: Wohngebäude

Eb. : Ebene, unterste Decke = 1
 Durchlaufwirkung : Bestimmung der Deckenauflegerkraft
 g : ständiger Lastanteil
 q : veränderlicher Lastanteil
 A_g : Auflagerkraft auf Wand infolge ständigem Lastanteil
 A_q : Auflagerkraft auf Wand infolge veränderlichem Lastanteil
 Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Nr.	Typ	K ₀	K ₂	K ₅	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2)
2	Qv	1.50	0.00	0.00	Last 1
3	Qv	1.50	0.00	0.00	Qv->Decke 1 (Last 2)
4	Qv	0.00	0.00	0.00	Qv,li->Decke 1 (Last 2)
5	Qv	0.00	1.50	1.00	Qv.re->Decke 1 (Last 2)

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten

Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten

Typ : Lastfallart
 K₀ : Drucknachweis
 K₂ : Nachweis Plattenschub
 K₅ : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Schnittgrößen

E-Modul: $E = K_E \cdot f_k$ (K_E abhng. von Mauersteinart, Rechenwert nach Tab. NA.12, DIN EN 1996:2019)

Eb.	Kombination	z [m]	N _{Edz} [kN/m]	M _{E_{dy}} [kNm/m]	V _{E_{dx}} [kN/m]
1	K0	3.85	642.29	-2.11	-0.82
		3.21	645.63	-1.58	-0.82
		2.57	648.96	-1.05	-0.82
		1.93	652.30	-0.53	-0.82
		1.28	655.63	0.00	-0.82
		0.64	658.97	0.53	-0.82
		0.00	662.30	1.05	-0.82
	K2	3.85	268.14	-1.91	-0.75
		3.21	270.61	-1.44	-0.75
		2.57	273.08	-0.96	-0.75
		1.93	275.55	-0.48	-0.75
		1.28	278.02	0.00	-0.75
		0.64	280.49	0.48	-0.75
		0.00	282.96	0.96	-0.75
	K5	3.85	259.38	-1.47	-0.57
		3.21	261.85	-1.11	-0.57
		2.57	264.32	-0.74	-0.57
		1.93	266.79	-0.37	-0.57
		1.28	269.26	0.00	-0.57
		0.64	271.73	0.37	-0.57
		0.00	274.20	0.74	-0.57

z : Höhenschnitt, gemessen vom Wandfuß
 N_{Edz} : Normalkraft aus vertikalen Lasten (Druckkraft positiv)
 M_{E_{dy}} : Biegemoment infolge Plattenbeanspruchung
 V_{E_{dx}} : Querkraft infolge Plattenbeanspruchung

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

z [m]	e _d [cm]	zul e _d [cm]	η
3.85	0.6	5.8	0.10
1.93	0.1	5.8	0.02
0.00	0.3	5.8	0.05

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 e_d : max. Exzentrizität in Wanddickenrichtung (Betrag)
 zul e_d : zulässige Exzentrizität in Wanddickenrichtung
 η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge h_{ef} = 2.89 m
 Knickschlankheit λ_c = 16.50
 Wandquerschnitt A_w = 1750.0 cm²
 Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit f_d = 5.95 N/mm²

z [m]	y [m]	t _{cal} [cm]	N _{Ed} [kN/m]	e _d [cm]	e _{init} [cm]	e _k [cm]	Φ _{i/m}	N _{Rd} [kN/m]	η
3.85	0.50	17.5	642.29	0.3	0.0	0.0	0.90	937.13	0.69
1.93	0.50	17.5	652.30	0.1	0.6	0.2	0.63	652.80	1.00
0.00	0.50	17.5	662.30	-0.2	0.0	0.0	0.90	937.13	0.71

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
 t_{cal} : rechnerische Wanddicke
 N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
 e_d : planmäßige Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Lasten (inkl. e_h)
 e_{init} : ungewollte Ausmitte in Wanddickenrichtung
 e_k : Ausmitte in Wanddickenrichtung infolge Kriechens
 Φ_{i/m} : Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit (Φ_i für Wandkopf/-Fuß, Φ_m für Wandmitte)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
 η : Auslastung

Schubnachweis - Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen) f_{vk0} = 0.11 N/mm²

	z	y	V _{Ed}	d _c	σ _d	f _{vd}	V _{Rd}	η
	[m]	[m]	[kN/m]	[cm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN/m]	
	3.85	0.50	0.75	17.5	1.53	0.71	82.91	0.01
	0.00	0.50	0.75	17.5	1.62	0.74	86.86	0.01

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
 y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
 V_{Ed} : Bemessungswert der Querkraft
 d_c : überdrückte Wanddicke
 σ_d : mittlere Druckspannung
 f_{vd} : Bemessungswert der Schubfestigkeit
 V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
 η : Auslastung

Stützen

Position: 1-S05 - N1 - Stahlstütze im OG

Geometrische Randbedingungen:

Stahlstütze: QR0 150x10
Systemhöhe [h]: $\leq 3,62 \text{ m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

Stahlfestigkeit: S235
Feuerwiderstand: R30

Lastannahmen:

Eigengewicht wird programmiert berücksichtigt.

aus Pos. 1-U01: $G_k = 94,12 \text{ kN}$
 $Q_k = 56,74 \text{ kN}$

aus Attika: $g_k = 0,6 \text{ kN/m}$

aus Fassade: $g_k = 1,0 \text{ kN/m}$

aus 1-U02.1 und 1-U02.2 $g_k = 0,18 \text{ m} * 1,03 \text{ m} * 5,0 \text{ kN/m}^3$
 $= 0,92 \text{ kN/m}$

Lasteinfluss: $0,5 * (\text{Länge vom Unterzug Pos. 1-U02.1} + \text{Länge vom Unterzug Pos. 1-U02.1})$
 $= 0,5 * (3,95 \text{ m} + 2,25 \text{ m})$
 $= 3,10 \text{ m}$

aus Attika + Fassade + 1-U02.1 und 1-U02.2: $g_k = 3,10 \text{ m} * (1,0 + 0,6 + 0,92) \text{ kN/m}$
 $= 7,84 \text{ kN}$

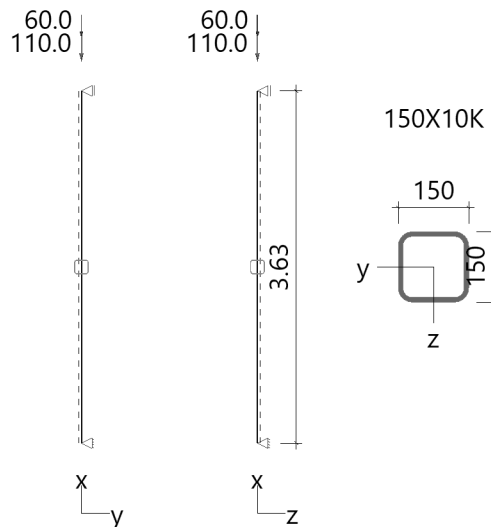
Summe $\Sigma G_k \approx 110 \text{ kN}$
 $\Sigma Q_k \approx 60 \text{ kN}$

Position: 1-S05 - N1 - Stahlstütze im OG

Stahlstütze (x64) STS+ 01/2024 (FRILO R-2024-1/P10)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	$l_{eff}/300$



Stütze: Höhe = 3.63 m Material: S235 Querschnitt: 150X10K(kalt)

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen*)			Verdrehungen*)		
		ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.63	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	V_{sup}	V_{inf}	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
1	Q	ständig/vorübergehend	Kat. A: Wohngebäude	1.50	0.00	0.70	0.50	0.30

Lasten

Lastarten

Art 14 = Kopflast kN
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

Standard-Lastfälle und Lasten

Nr	Art	in/um	p_i	a [m]	p_j	l [m]	Ew
1	14	in x-Richtung	110.0	3.63	-	-	99
2	14	in x-Richtung	60.0	3.63	-	-	1

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	1	Querschnitt	0,20
ständig/vorübergehend	1	Stabilität	0,30
charakteristisch	5	Absolutverformung	0,01

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N _{Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]
0.00	-240.5	0.0	0.00	0.0	0.00
3.63	-238.5	0.0	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 $\gamma_{M0} = 1,00$

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
3.63	1	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	Gl	η	Lfk
0.00	1	240.5	0.00	6.46	0.30	1

Gebrauchstauglichkeit

Verformungsnachweis - Absolutverformung f $c_d = 5.0$ cm

x [m]	f _{x,Ed} [cm]	f _{y,Ed} [cm]	f _{z,Ed} [cm]	f _{res,Ed} [cm]	η	Lfk
3.63	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.01	5

Auflagerkräfte

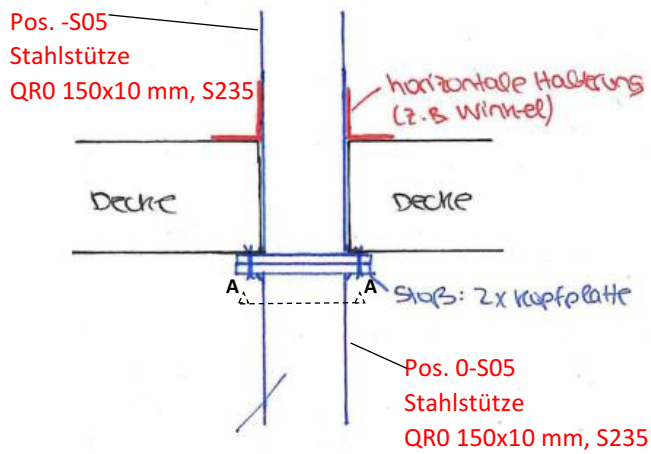
Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-1.5	-	-	-	-
		Lf 1	99	-110.0	-	-	-	-
		Lf 2	1	-60.0	-	-	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

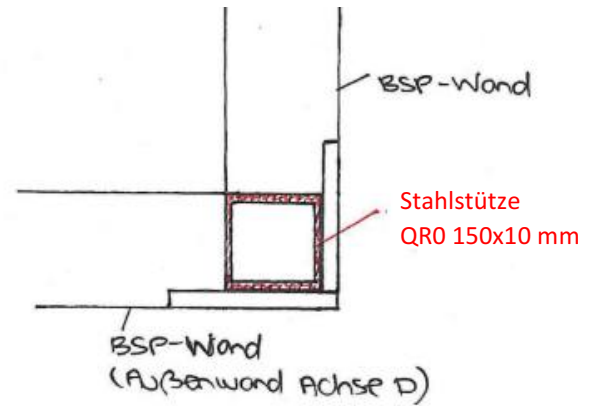
Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1,35 + 1:1,35 + 2:1,50
5	charakteristisch	Eigengewicht: 1,00 + 1:1,00 + 2:1,00

Position: A-10 - N1 - Auflagerdetail Pos. 1-S05 auf Pos. 0-S05

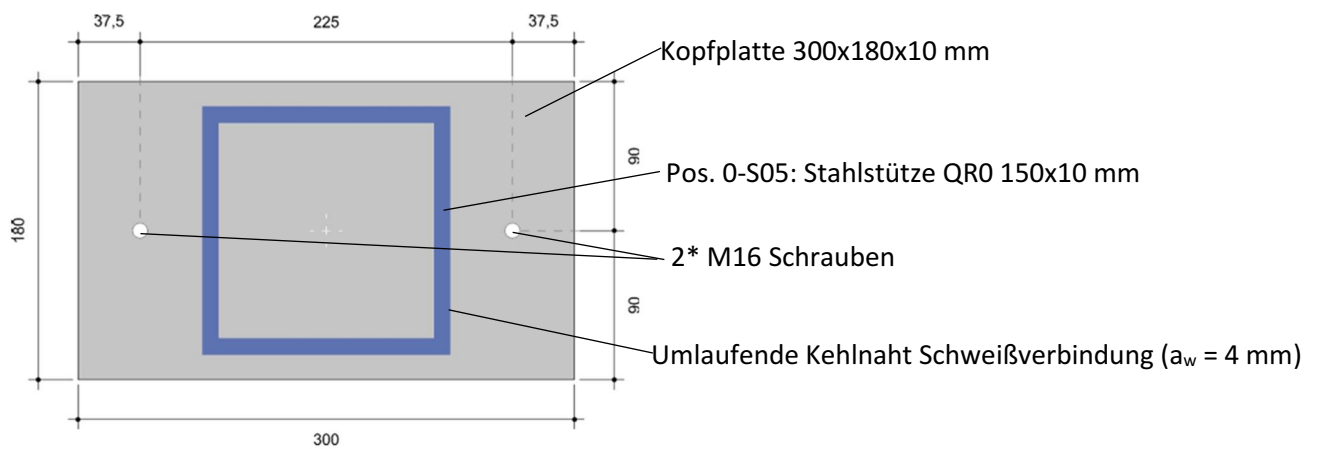


Die Decke muss im Bereich der Stütze ausgespart werden
 --> Stützenstoß mittels Kopfplatte

Draufsicht



Schnitt A-A:



Position: 0-S01 - Holzstütze im EG

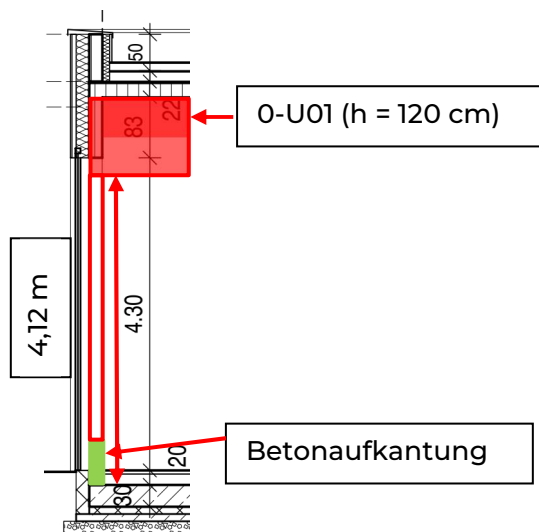
Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/d]:

18/40 cm

Systemhöhe [h]:

$4,12 \text{ m} + 1,20 \text{ m}/2 = 4,72 \text{ m} \approx 5,00 \text{ m}$



Lastannahmen:

Vertikallasten

aus Auflagerkräfte Decke über EG bzw. Pos. 0-U01:

$G_k = 130 \text{ kN}$

$Q_k = 63,5 \text{ kN}$

Horizontallasten

Wind:

$w_k = 0,64 \text{ kN/m}^2 \times 4,30 \text{ m} = 2,75 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

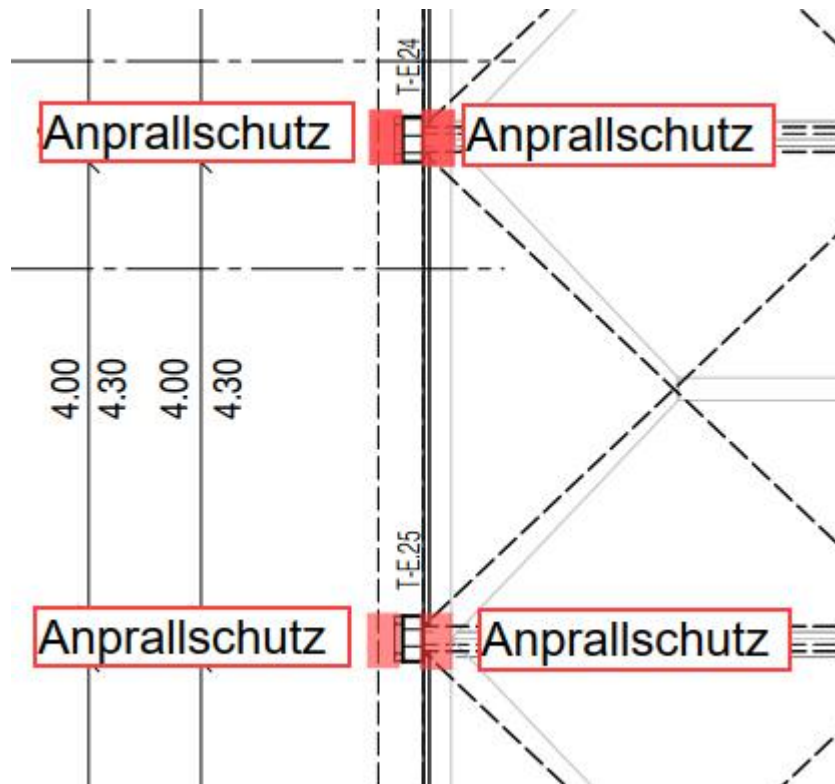
Nutzungsklasse:

1

gewählte Holzfestigkeit:

GL24h

An der Stütze ist ein Anprallschutz für ein Fahrzeug der Brückenklasse 16/16 vorgesehen.



Die Ausbildungen des Stützenkopfes und Stützenfußes werden im Rahmen der Ausführungsplanung nachgereicht.

Position: 0-S01 - Holzstütze im EG

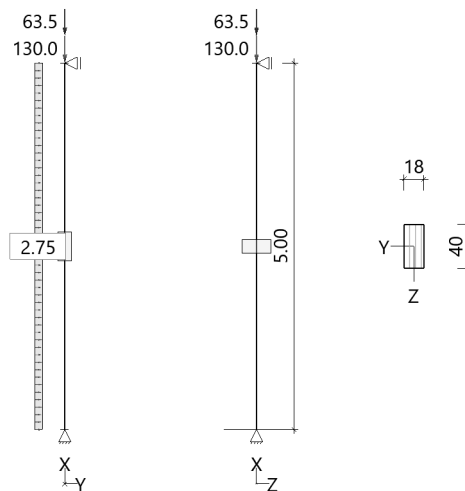
Holzstütze HO1+ 02/2021B (FRILO R-2021-2/P10)

Norm

Bemessung DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 Basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014
 Kombinatorik DIN EN 1990/NA:2010-12
 Schadensfolgeklasse CC 2

Systembild 2D

Maßstab 1 : 100



System

Pendelstütze, H=5.00m, b/h=18.0/40.0cm, GL24h, NKL 1, EN 14080:2013
 Lamellen/Schichten parallel h(z)

Querschnittswerte

Rechteck

Widerstandsmoment $W_{y,ef} = 4800 \text{ cm}^3$
 Flächenmoment 1. Grades $S_{y,ef} = 3600 \text{ cm}^3$
 Flächenmoment 2. Grades $I_{y,ef} = 96000 \text{ cm}^4$
 Widerstandsmoment $W_{z,ef} = 2160 \text{ cm}^3$
 Flächenmoment 1. Grades $S_{z,ef} = 1620 \text{ cm}^3$
 Flächenmoment 2. Grades $I_{z,ef} = 19440 \text{ cm}^4$
 Torsionswiderstandsmoment $W_t = 3249 \text{ cm}^3$
 Torsionsträgheitsmoment $I_t = 55184 \text{ cm}^4$
 Querschnittsfläche $A_{tot} = 720.0 \text{ cm}^2$

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2	L2	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	1.8	5.00			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	130.0	5.00			1.00		
3	2 X	8	63.5	5.00			1.00		
4	10 Y	9	2.75				1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
 10 = Gleichlast: Q1[kN/m]

EWG: 99=ständig; 8=Kat. H: Dächer; 9=Windlasten

Lastfälle: Zuordnung Lasten und Einwirkungsgruppen

LF	EWG	Alt	Info	Beteiligte Lasten Nr.
1	99	0	Sup	1, 2
2	8	0	Sup	3
3	9	0	Sup	4

Lastfälle Auflagerkräfte (1.0-fach, TH 1.0)

LF	x [m]	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
1	5.00 0.00	- -131.8	- -	- -	- -	- -	- -
2	5.00 0.00	- -63.5	- -	- -	- -	- -	- -
3	5.00 0.00	- -	6.9 6.9	- -	- -	- -	- -

Lastfälle: Schnittgrößen (1.0-fach, TH 1.0)

LF	x m	N _x [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _t [kNm]	V _z [kN]	V _y [kN]
1	5.00 0.00	-131.8 -131.8	- -	- -	- -	- -	- -
2	5.00 0.00	-63.5 -63.5	- -	- -	- -	- -	- -
3	5.00 3.75 2.50 1.25 0.00	- - - - -	- - - - -	- 6.45 8.59 6.45 -	- - - - -	- - - - -	-6.9 -3.4 - 3.4 6.9

Lastfälle: Verformung (1.0-fach)

LF	x(z) [m]	w _y [cm]	w _z [cm]	φ _x [rad]	w _{y,creep} [cm]	w _{z,creep} [cm]	φ _{x,creep} [rad]
3	5.00 3.75 2.50 1.25 0.00	- 0.7 1.0 0.7 -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -

Spezielle Regeln

Gleiches γ_G für ständige Lasten

Ja

Kombinationen: Auflagerkräfte max/min (Bemessung, TH 1.0)

LK	x [m]	R _{xd} [kN]	R _{yd} [kN]	R _{zd} [kN]	M _{xd} [kNm]	M _{yd} [kNm]	M _{zd} [kNm]
maxR _y	5.00	-	10.3	-	-	-	-
minR _y	5.00	-	0.0	-	-	-	-
maxR _x	0.00	-131.8	6.9	-	-	-	-
minR _x	0.00	-273.2	-	-	-	-	-
maxR _y	0.00	-177.9	10.3	-	-	-	-
minR _y	0.00	-273.2	0.0	-	-	-	-

Neben der Min/Max Schnittgröße stehen nicht automatisch die größten oder ungünstigsten zugeordneten Schnittgrößen!

Spezielle Regeln

Stabilität (G-Anteil): Abhängig von ständiger und quasiständiger Last(NCI NA.5.9)

Ja

Bei Kombinationen mit Wind als kürzester Einwirkung wird für k_{mod} das Mittel aus kurz und sehr kurz verwendet.

Tab.NA.2(b)

Ja

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen

$$\begin{array}{ll} \text{Biegeknicken(E)} & S_k = \frac{\pi^2 E^* I}{(\eta N_{ki} N_x)} \\ \text{Biegedrillknicken(S)} & S_b = \text{Systemlängen} \end{array}$$

(E) Eigenwertermittlung, Längen siehe Nachweis, weil lastabhängig

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 1: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte	σ, τ [N/mm ²]	$f_{...d}$ [N/mm ²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.50m b/h=18.0/40.0cm					
		$K_{mod}=1.00$			$\gamma_M=1.30$
Nx	-177.9		-2.47	18.46	0.13
Mz	12.89	$k_{m,z}=1.00$	-5.97	20.31	0.29
N,M					0.31
Nachweis Stabilität x=2.50m b/h=18.0/40.0cm					
		$K_{mod}=1.00$			$\gamma_M=1.30$
Nx	-177.9	$k_{c,y}=0.93$	-2.47	18.46	0.34
Mz	12.89	$k_{crit,z}=1.00$	-5.97	20.31	0.29
N,M					0.63
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=18.0/40.0cm					
		$K_{mod}=1.00$			$\gamma_M=1.30$
Vy	10.3	$k_{cr}=0.71$	0.21	2.69	0.11
V,Mt					0.11

LK1: 1.35*G1+1.50*W3

Lamellenrichtung || h

Knicklänge: $s_{ky}=5.00m$ $s_{kz}=5.00m$ Kipplänge: $s_b=5.00m$

Schlankheit: $\lambda_y=43.3$ $\lambda_z=96.2$

Anteil $N(q)/N(q+q) = 100\%$ (NCI NA.5.9); $\psi_2(LF, \sigma_{max}) = 0.00$; $K_{def} = 0.60$

Maßgebende Verformungen

LK	Gz	Situation	Nachweis	x [m]	L [m]	w [cm]	W _{lim} [h/]	W _{lim} [cm]	η
Richtung Y									
7	SLS	selten/c.	FE, inst	2.50	5.00	1.0	300	1.7	0.60
10	SLS	quasistä.	FE, netfin	1.25	5.00	0.0	300	1.7	0.00
7	SLS	selten/c.	FE, fin	2.50	5.00	1.0	200	2.5	0.40
1	STR	ständig/.	FE, fin	2.50	5.00	2.0			

Gz(Grenzzustand): SLS(Gebrauchstauglichkeit) STR(Tragfähigkeit)

Nachweis(System): FE(Feld)

inst: Elastisch; fin: Elastisch mit kriechen

Maßgebende Ausnutzungen

Bauteil	Nachweis	η
TRAGFÄHIGKEIT	NORMALTEMPERATUR (MAX)	0.63
Stützenquerschnitt	Stabilität	0.63
Stützenquerschnitt	Spannung	0.31
Stützenquerschnitt	Schubspannung	0.11
VERFORMUNG	NORMALTEMPERATUR (MAX)	0.60
Verformung	Gebrauchstauglichkeit	0.60

Position: 0-S01 - Detailnachweis Auflagerpressung

Nachweis der Auflagerpressung der BSH-Stütze

gewählt: GL24h

Auflagerkraft:

$$N_{0,d} = 1,35 \times 129,5 \text{ kN} + 1,5 \times 63,4 \text{ kN} = 270 \text{ kN}$$

Pressfläche:

$$A_{ef} = b (0-U01) \times t = 0,22 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} = 0,0396 \text{ m}^2$$

Nachweis:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{0,d} / A_{ef} \leq f_{c,0,d} = 0,9 \times 28 \text{ MN/m}^2 / 1,3 = 19,38 \text{ MN/m}^2 = 19380 \text{ kN/m}^2$$

$$270 \text{ kN} / 0,0396 \text{ m}^2 = 6818,2 \text{ kN/m}^2 \leq 19380 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

Position: 0-S02 - Holzstütze im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/d]:	18/43 cm
Systemhöhe [h]:	3,85 m

Lastannahmen:

Vertikallasten

Lasteinfluss: $d_{\text{Stütze}}$ (0,43 m) + Hälfte Sturz (1,0m / 2 = 0,5 m) \approx 1,0 m

aus Attika:	$g_k = 0,6 \text{ kN/m}$
aus Fassade:	$g_k = 1,0 \text{ kN/m}$
aus Wand OG:	$g_k = 3,85 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 5 \text{ kN/m}^3 = 3,5 \text{ kN/m}$
aus 1-D02:	$g_k = 8,5 \text{ kN/m}$
	$q_k = 5,3 \text{ kN/m}$
aus 0-U02:	$G_k = 95,8 \text{ kN}$
	$Q_k = 45,4 \text{ kN}$
Summe	$\Sigma G_k = 110 \text{ kN}$
	$\Sigma Q_k = 51 \text{ kN}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse:	1
Feuerwiderstand:	R30
gewählte Holzfestigkeit:	BSP KLH 7s 180 DQ

Position: 0-S02 - Holzstütze im EG

Nachweise	Eingehalten
Stütze	KLH 7s 180 DQ 43.0 / 18.0

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p
--------	-----------------

Brandbemessung

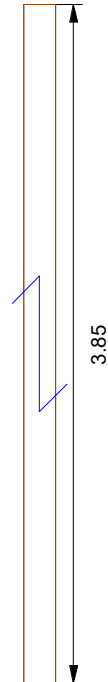
g	g + 0.30 p
---	------------

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

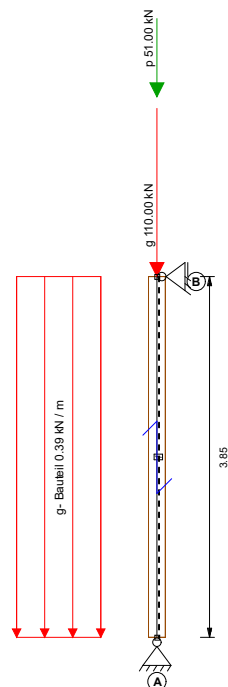
g	g + p
---	-------

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Stablänge 1	3.850 m
-------------	---------

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau BSPH-Wand

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
1	tragend	längs	30.00	C24 NSI	
2	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
4	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
5	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
6	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
7	tragend	längs	30.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	x1 [m]	Geb. Kat
g	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	110.00 [kN]		-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	0.39 [kN/m]		-
p	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	51.00 [kN]		B

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
1	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad	Anmerkung
A	0.00	430.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	0.00	430.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	I [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	$l/300$; $l/200$; $l/300$	3.85	3.85	3.85	3.85

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	$t_{\text{geschützt}}$ min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	4-seitig	0.00	3.85	3.85	3.85

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsperholz

BSPH-Wand

$B_{A,x}$ kNm ²	$B_{B,x}$ kNm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN
46.44	1935.00	1981.44	7272.06	619200.00

Schichtmaterialien

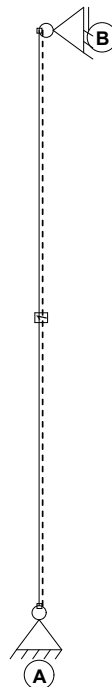
Identnummer	Material	$f_{m,y,k}$ N/mm ²	$f_{m,z,k}$ N/mm ²	$f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{c,90,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	$f_{v,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ N/mm ²	G_{mean} N/mm ²	$E_{90,mean}$ N/mm ²	$E_{0,5}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

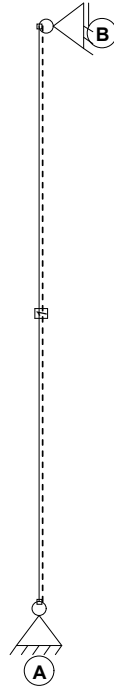
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



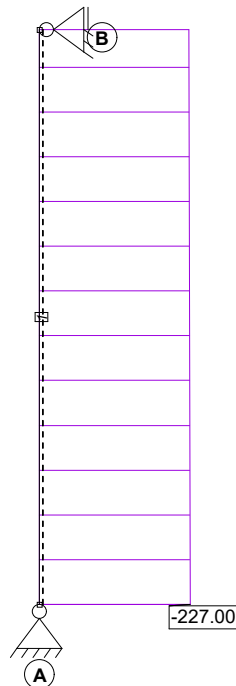
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



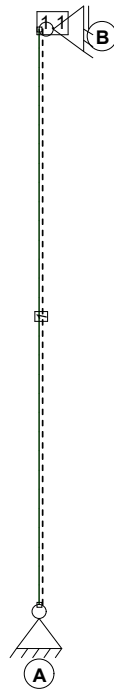
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	B _{Ax} kNm ²	B _{Bx} kNm ²	EI _{eff} (B _A) kNm ²	S _x kN	D _x kN	d ₀ [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	20.89	411.38	432.27	4727.69	335508.00	7.00	0.55/0.80/0.80

BSPH-Wand

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 1	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 5	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 6	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 7	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Breite b			430.0	383.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. BSPH-Wand

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.09 < 1,0	✓	g	Knoten A
Schubspannung	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A
Stabilität	0.50 < 1,0	✓	g + p	Knoten A
elastische Durchbiegung (w _{inst})	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A
Enddurchbiegung (w _{en})	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A
Optik (w _{net,fin})	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.19 < 1,0	✓	g + p	Knoten A
Schubspannung	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A
Stabilität	0.61 < 1,0	✓	g + p	Knoten A

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p		g	p
A _{Fx,k}	0.00	0.00	B _{Fx,k}	0.00	0.00
A _{Fz,max,k}	111.49	51.00			
A _{Fz,min,k}	111.49	0.00			

4.3. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel
A _{Fz,d}	150.51	227.01

4.4. abhebende Bemessungsaflagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaflagerkräfte hervor!

4.5. Nachweise im Detail

4.5.1. BSPH-Wand: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x} + E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x}}{f_{t,0,d} + k_l \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,09 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	k_l	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
0.00	12000.00	1981.44	0.00	1.000	11.08	-150.51	19.38	2.92	9.69	0.600

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²	k_{mod}
0.00	0.00	1981.44	0.00	1.02	1.100

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.675	1.156	1.156	0.100	68.059	3.850	56.6

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,5 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$E_{x,i}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ N/mm ²	$k_{c,y}$	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
12000.00	-227.01	619200.00	4.40	0.675	12.92	0.800

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
0.00	12.83

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	19.25	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	12.83	0.600

4.5.2. BSPH-Wand: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,19 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N_d kN	$f_{c,0,d,fi}$ N/mm ²	σ N/mm ²	D_x kN
-126.79	24.15	4.53	335508.00

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
0.00	0.00	432.27	0.00	1.20

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.306	2.102	2.102	0.100	107.259	3.850	35.9

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,61 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$E_{x,i}$ N/mm ²	$N_{d,i}$ kN	D_x kN	σ N/mm ²	$k_{c,z}$	$f_{c,0,d,i}$ N/mm ²
12000.00	-126.79	335508.00	4.53	0.306	24.15

Position: 0-S03 - Holzstütze im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/d]: 18/39 cm
Systemhöhe [h]: 3,85 m

Lastannahmen:

Vertikallasten

aus Auflagerkräfte Decke über EG: $G_k = 35 \text{ kN}$
(mit Überbaulasten) $Q_k = 40 \text{ kN}$

Horizontallasten

Wind: $w_k = 0,64 \text{ kN/m}^2 \times 3,39 \text{ m} = 2,2 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse: 1
gewählte Holzfestigkeit: BSP KLH 7s 180 DQ

Position: 0-S03 - Holzstütze im EG

Nachweise	Eingehalten
Stütze	KLH 7s 180 DQ 39.0 / 18.0

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettspertholz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettspertholz Bemessung	07.2013	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

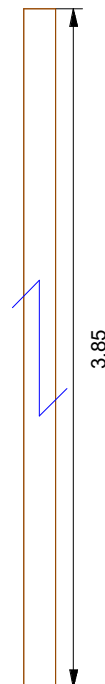
1.35 g	1.35 g + 1.50 w	1.35 g + 1.50 p
1.35 g + 1.50 p + 0.90 w	1.35 g + 1.50 w + 1.05 p	

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

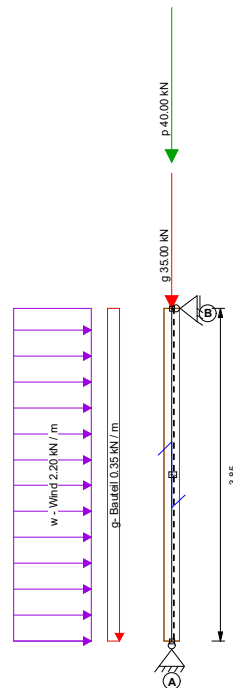
g	g + w	g + p
g + p + 0.60 w	g + w + 0.70 p	

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Stablänge 1	3.850 m
-------------	---------

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau BSPH-Wand

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
1	tragend	längs	30.00	C24 NSI	
2	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
4	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
5	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
6	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
7	tragend	längs	30.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	x1 [m]	Geb. Kat
g	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	35.00 [kN]		-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	0.35 [kN/m]		-
p	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	40.00 [kN]		B
w - Wind	Linienlast	Global in x	1	2.20 [kN/m]		-

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
------	-----

www.dc-statik.com

berechnet mit DC-Statik

1	1 - Beheizt
---	-------------

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Anmerkung
A	0.00	390.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	0.00	390.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	l/300; l/200; l/300	3.85	3.85	3.85	3.85

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsper Holz

BSPH-Wand

B _{A,x} kNm ²	B _{B,x} kNm ²	EI _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN
42.12	1755.00	1797.12	6595.59	561600.00

Schichtmaterialien

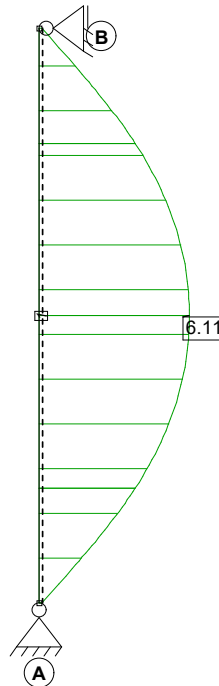
Identnummer	Material	f _{m,y,k} N/mm ²	f _{m,z,k} N/mm ²	f _{c,0,k} N/mm ²	f _{c,90,k} N/mm ²	f _{t,0,k} N/mm ²	f _{t,90,k} N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	f _{v,k} N/mm ²	E _{0,mean} N/mm ²	G _{mean} N/mm ²	E _{90,mean} N/mm ²	E _{0,5} N/mm ²	ρ _x kg/m ³	γ _u
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

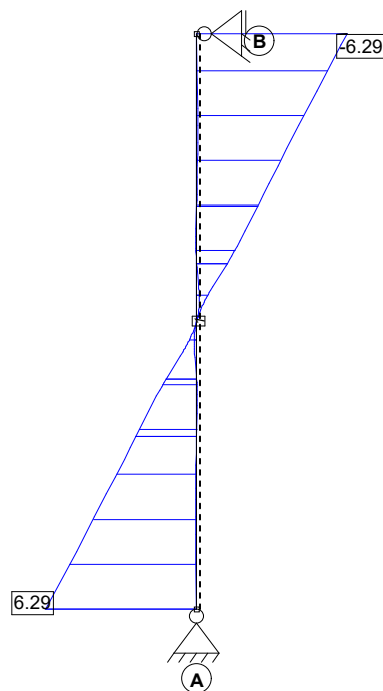
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



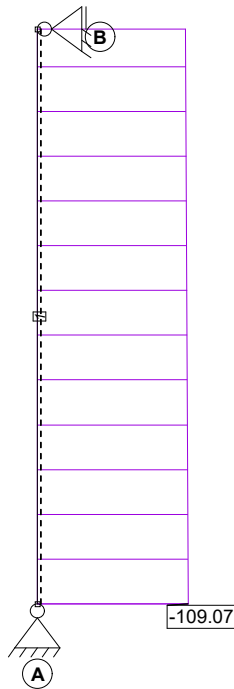
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



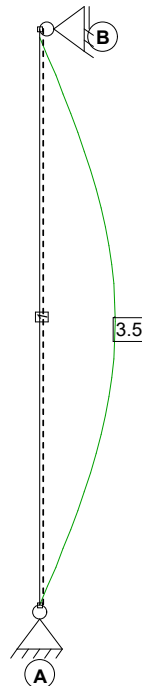
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



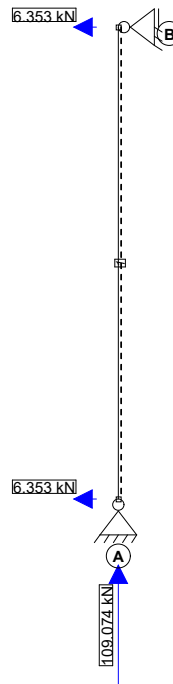
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. BSPH-Wand

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.20 < 1,0$	✓	g + w	Stab 1
Schubspannung	$0.05 < 1,0$	✓	g + w	Knoten B
Stabilität	$0.38 < 1,0$	✓	g + w + p	Stab 1
elastische Durchbiegung (w_{el})	$0.27 < 1,0$	✓	g + w	Stab 1
Enddurchbiegung (w_{en})	$0.18 < 1,0$	✓	g + w	Stab 1
Optik ($w_{rel,fin}$)	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p	w		g	p	w
$A_{Fx,max,k}$	0.00	0.00	4.24	$B_{Fx,max,k}$	0.00	0.00	4.24
$A_{Fx,min,k}$	0.00	0.00	0.00	$B_{Fx,min,k}$	0.00	0.00	0.00
$A_{Fz,max,k}$	36.35	40.00	0.00				
$A_{Fz,min,k}$	36.35	0.00	0.00				

4.3. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel	k./s.k.		ständig	mittel	k./s.k.		ständig	mittel	k./s.k.
$A_{Fx,d}$	0.00	0.00	6.35	$A_{Fz,d}$	49.07	109.07	109.07	$B_{Fx,d}$	0.00	0.00	6.35

4.4. abhebende Bemessungsaflagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaflagerkräfte hervor!

4.5. Nachweise im Detail

4.5.1. BSPH-Wand: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 1.50 w

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x} + E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{f_{t,0,d} + k_l \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,2 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{s,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	k_l	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
6.11	12000.00	1797.12	3.67	1.000	18.46	-35.68	21.37	0.76	16.15	1.000

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + 1.50 w

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0,05 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²	k_{mod}
-6.35	14040.00	1797.12	0.05	0.92	1.000

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.675	1.156	1.156	0.100	68.059	3.850	56.6

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 w + 1.05 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x} + E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{k_c \cdot f_{c,0,d} + k_m \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,38 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{d,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	$k_{crit,y}$	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	$k_{c,z}$	k_{mod}
6.11	12000.00	1797.12	3.67	18.46	1.000	-90.16	21.37	1.93	16.15	0.675	1.000

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + w

w/zul. w

$\eta = 0,27 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
3.50	12.83

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + w

w/zul. w

$\eta = 0,18 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
3.50	19.25	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	12.83	0.600

Position: 0-S04 - Holzstütze im EG

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/d]: 18/30 cm
Systemhöhe [h]: 3,85 m

Lastannahmen:

Vertikallasten

aus Auflagerkräfte Decke über EG: $G_k = 20 \text{ kN}$
(mit Überbaulasten) $Q_k = 10 \text{ kN}$

Horizontallasten

Wind: $w_k = 0,64 \text{ kN/m}^2 \times 2,30 \text{ m} = 1,5 \text{ kN/m}$

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse: 1
gewählte Holzfestigkeit: BSP KLH 7s 180 DQ

Position: 0-S04 - Holzstütze im EG

Nachweise	Eingehalten
Stütze	KLH 7s 180 DQ 30.0 / 18.0

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettspertholz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettspertholz Bemessung	07.2013	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

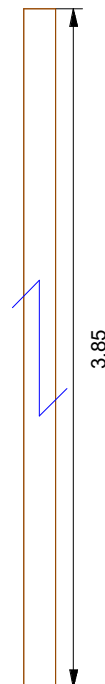
1.35 g	1.35 g + 1.50 w	1.35 g + 1.50 p
1.35 g + 1.50 p + 0.90 w	1.35 g + 1.50 w + 1.05 p	

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

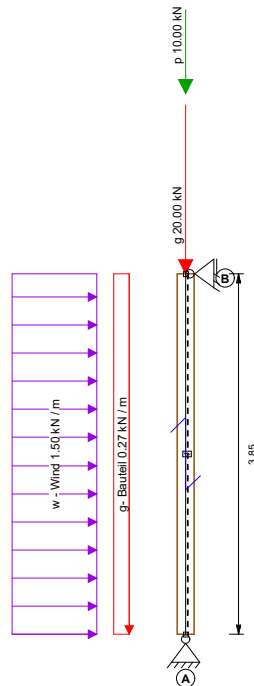
g	g + w	g + p
g + p + 0.60 w	g + w + 0.70 p	

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Stablänge 1	3.850 m
-------------	---------

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau BSPH-Wand

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
1	tragend	längs	30.00	C24 NSI	
2	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
4	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
5	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
6	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
7	tragend	längs	30.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	x1 [m]	Geb. Kat
g	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	20.00 [kN]		-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	0.27 [kN/m]		-
p	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	10.00 [kN]		B
w - Wind	Linienlast	Global in x	1	1.50 [kN/m]		-

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
------	-----

www.dc-statik.com

berechnet mit DC-Statik

1	1 - Beheizt
---	-------------

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Anmerkung
A	0.00	300.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	0.00	300.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	l [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	l/300; l/200; l/300	3.85	3.85	3.85	3.85

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsper Holz

BSPH-Wand

B _{A,x} kNm ²	B _{B,x} kNm ²	EI _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN
32.40	1350.00	1382.40	5073.53	432000.00

Schichtmaterialien

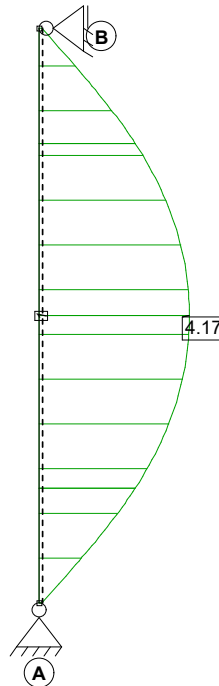
Identnummer	Material	f _{m,y,k} N/mm ²	f _{m,z,k} N/mm ²	f _{c,0,k} N/mm ²	f _{c,90,k} N/mm ²	f _{t,0,k} N/mm ²	f _{t,90,k} N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	f _{v,k} N/mm ²	E _{0,mean} N/mm ²	G _{mean} N/mm ²	E _{90,mean} N/mm ²	E _{0,5} N/mm ²	ρ _x kg/m ³	γ _u
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

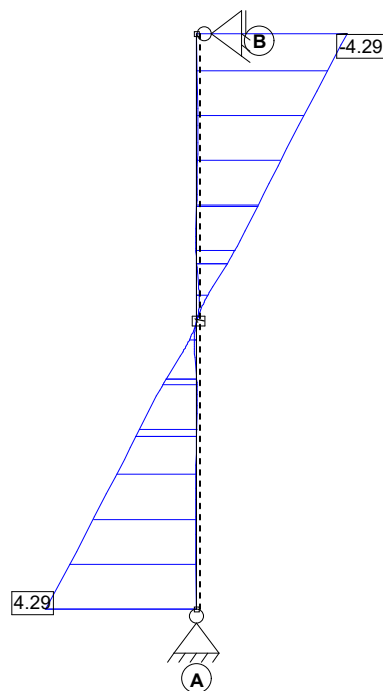
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



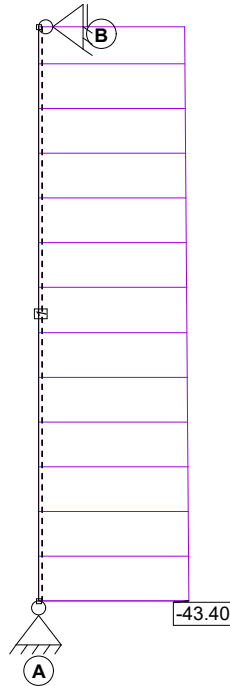
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



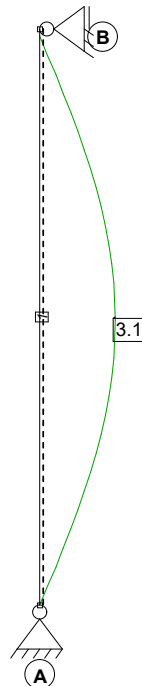
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



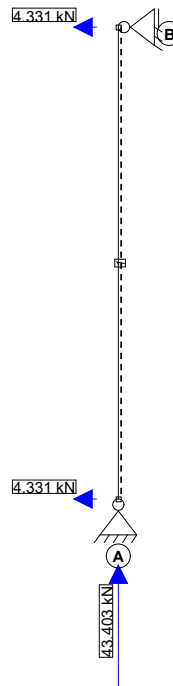
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. BSPH-Wand

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	$0.18 < 1,0$	✓	g + w	Stab 1
Schubspannung	$0.04 < 1,0$	✓	g + w	Knoten B
Stabilität	$0.27 < 1,0$	✓	g + w + p	Stab 1
elastische Durchbiegung (w_{el})	$0.24 < 1,0$	✓	g + w	Stab 1
Enddurchbiegung (w_{en})	$0.16 < 1,0$	✓	g + w	Stab 1
Optik ($w_{rel,fin}$)	$0.00 < 1,0$	✓	g	Knoten A

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

	g	p	w		g	p	w
$A_{Fx,max,k}$	0.00	0.00	2.89	$B_{Fx,max,k}$	0.00	0.00	2.89
$A_{Fx,min,k}$	0.00	0.00	0.00	$B_{Fx,min,k}$	0.00	0.00	0.00
$A_{Fz,max,k}$	21.04	10.00	0.00				
$A_{Fz,min,k}$	21.04	0.00	0.00				

4.3. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel	k./s.k.		ständig	mittel	k./s.k.		ständig	mittel	k./s.k.
$A_{Fx,d}$	0.00	0.00	4.33	$A_{Fz,d}$	28.40	43.40	43.40	$B_{Fx,d}$	0.00	0.00	4.33

4.4. abhebende Bemessungsaflagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsaflagerkräfte hervor!

4.5. Nachweise im Detail

4.5.1. BSPH-Wand: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + 1.50 w

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x} + E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{f_{t,0,d} + k_l \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,18 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{s,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_s)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	k_l	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
4.17	12000.00	1382.40	3.26	1.000	18.46	-20.52	27.78	0.57	16.15	1.000

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten B

maßgebende LK: g + 1.50 w

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0,04 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_s)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²	k_{mod}
-4.33	10800.00	1382.40	0.03	0.92	1.000

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.675	1.156	1.156	0.100	68.059	3.850	56.6

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 w + 1.05 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x} + E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{k_c \cdot f_{c,0,d} + k_m \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,27 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{d,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	$k_{crit,y}$	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	$k_{c,z}$	k_{mod}
4.17	12000.00	1382.40	3.26	18.46	1.000	-38.20	27.78	1.06	16.15	0.675	1.000

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: g + w

w/zul. w

$\eta = 0,24 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
3.10	12.83

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Stab 1 bei $\xi = 0.50$

maßgebende LK: 1.60 g + w

w/zul. w

$\eta = 0,16 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
3.10	19.25	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	12.83	0.600

Position: 0-S05 - N1 - Stahlstütze im EG

Geometrische Randbedingungen:

Stahlstütze: R0 150x10 mm
Systemhöhe [h]: 3,13 m

Anforderungen an die Holzbauteile:

Stahlfestigkeit: S235
Feuerwiderstand: R30

Lastannahmen:

Vertikallasten

Aus Pos. 1-S05: $G_k = 111,5 \text{ kN}$
 $Q_k = 60 \text{ kN}$
aus Pos. 0-U06: $G_k = 7,45 \text{ kN}$
 $Q_k = 3,80 \text{ kN}$

Lasteinfluss: $d_{\text{Stütze}} (0,43 \text{ m}) + \text{Hälfte Sturz } (1,0 \text{ m} / 2 = 0,5 \text{ m}) \approx 1,0 \text{ m}$

aus Attika: $g_k = 0,6 \text{ kN/m}$
aus Fassade: $g_k = 1,0 \text{ kN/m}$
aus 0-D04: $g_k = 8,10 \text{ kN/m}$
 $q_k = 9,61 \text{ kN/m}$

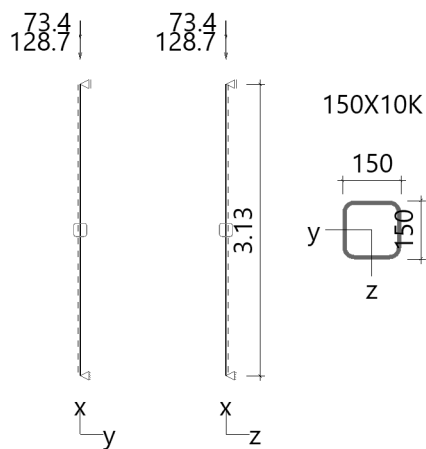
Summe $\Sigma G_k = 128,65 \text{ kN}$
 $\Sigma Q_k = 73,41 \text{ kN}$

Position: 0-S05 - N1 - Stahlstütze im EG

Stahlstütze (x64) STS+ 01/2024 (FRILO R-2024-1/P10)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	$l_{eff}/300$



Stütze: Höhe = 3.13 m Material: S235 Querschnitt: 150X10K(kalt)

Lagerbedingungen

Nr	x	Verschiebungen*)			Verdrehungen*)		
		ux	uy	uz	Φ_x	Φ_y	Φ_z
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/rad]	[kNm/rad]	[kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.13	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	V_{sup}	V_{inf}	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
1	Q	ständig/vorübergehend	Kat. A: Wohngebäude	1.50	0.00	0.70	0.50	0.30

Lasten

Lastarten

Art 14 = Kopflast kN
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

Standard-Lastfälle und Lasten

Nr	Art	in/um	p_i	a [m]	p_j	l [m]	Ew
1	14	in x-Richtung	128.7	3.13		-	99
2	14	in x-Richtung	73.4	3.13		-	1

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	n
ständig/vorübergehend	1	Querschnitt	0,24
ständig/vorübergehend	1	Stabilität	0,33
charakteristisch	5	Absolutverformung	0,01

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N _{Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]
0.00	-285.6	0.0	0.00	0.0	0.00
3.13	-283.8	0.0	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 $\gamma_{M0} = 1,00$

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
3.13	1	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	Gl	η	Lfk
0.00	1	285.5	0.00	6.46	0.33	1

Gebrauchstauglichkeit

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

x [m]	f _{x,Ed} [cm]	f _{y,Ed} [cm]	f _{z,Ed} [cm]	f _{res,Ed} [cm]	η	Lfk
3.13	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.01	5

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-1.3	-	-	-	-
		Lf 1	99	-128.7	-	-	-	-
		Lf 2	1	-73.4	-	-	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1,35 + 1:1,35 + 2:1,50
5	charakteristisch	Eigengewicht: 1,00 + 1:1,00 + 2:1,00

Position: A-11 -N1 - Auflagerdetail Pos. 0-S05 auf Pos. A01

aus Pos. 0-S05:

$$G_k = 130 \text{ kN}$$

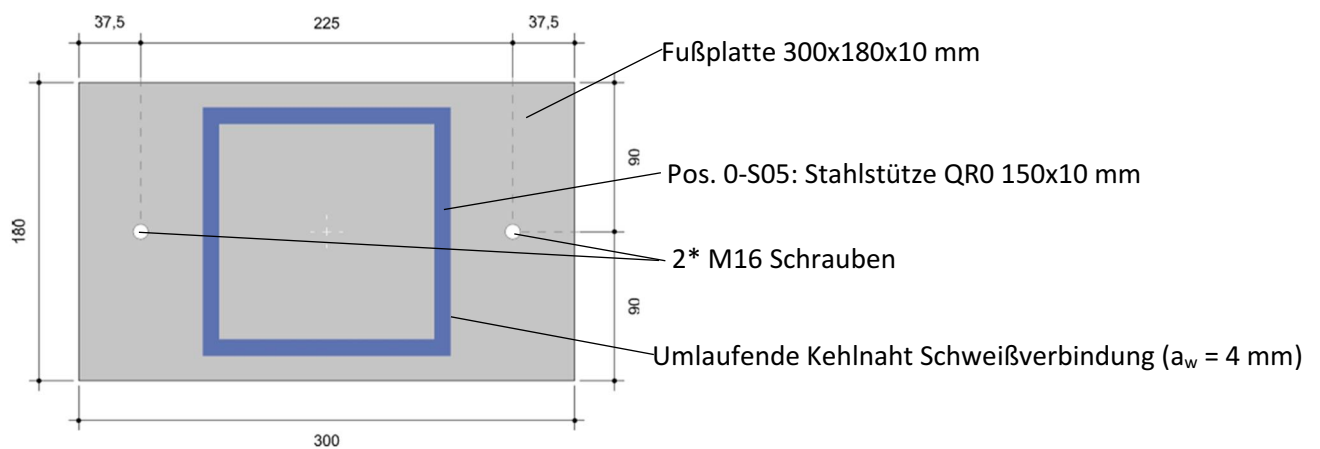
$$Q_k = 73,40 \text{ kN}$$

N_{Ed}

$$= 1,35 * 130 \text{ kN} + 1,5 * 73,40 \text{ kN}$$

$$= 286 \text{ kN}$$

Anschlußbild:



Die 2*M16 Schrauben sind konstruktiv ausgewählt, da sie weder auf Zug oder Abscheren beansprucht sind. Daher ist kein Nachweis für die Schraubenanschluss erforderlich.

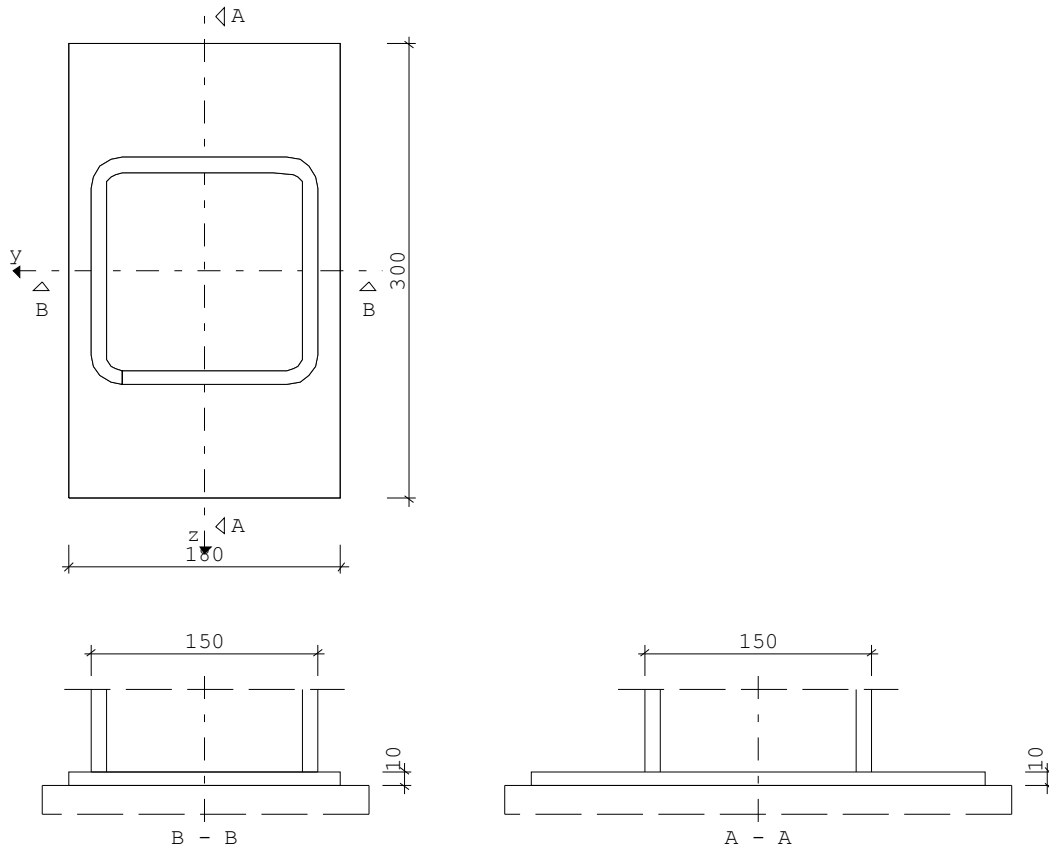
Siehe folgende Seiten für den Nachweis der Schweißnahtverbindung und der Fußplatte.

Position: A-11 - N1 - Auflagerdetail Pos. 0-S05 auf Pos. A01

Fußplatte Stahlstütze (x64) ST3 01/2024 (FRILO R-2024-1/P10)

Grafik

Maßstab 1 : 5



Kennwerte

Nachweisführung nach DIN EN 1993

Stütze	A		I _y		I _z	h	tw	b	tf	r	
	cm ²		cm ⁴		cm ⁴	mm	mm	mm	mm	mm	
QRO 150 X 10	53.40		1700.0		1700.0	150.0	10.0	150.0	10.0	20.0	
Fußplatte [mm]	Länge		Breite		Dicke	Fugendicke		aw |		aw -	
	300.0		180.0		10.0	0.0		4.0		4.0	
Stahl	f _y	f _u	γ _{M0}	γ _{M2}	β _w	f _{vwd}	Beton	α _c	γ _c	f _{cd}	EModul
	N/mm ²	N/mm ²				N/mm ²				N/mm ²	N/mm ²
S235	235.0	360.0	1.00	1.25	0.80	207.8	C 25/30	0.85	1.50	14.2	31000.0

für diese Profilart erfolgt die Fußplattenbemessung nur für Druck

Ergebnisse

Ergebnisse Kombination 1

Nr	Bezeichnung	Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Vyd[kN]
1	Kombination 1	286.00	0.00	0.00	0.00

Nachweis der Fußplatte mit dem Komponentenmodell (Druck)

Tragfähigkeit NARd = 405.0 kN η = 0.71 < 1

Druckkomponente

Festigkeit Lagerfuge $f_{jd} = 14.2 \text{ N/mm}^2$
Anschlußbeiwert $\beta_j = 0.67$
Faktor $sqA1A0 = 1.50$
Ausbreitungsbreite $c = 23.5 \text{ mm}$
Dicke $t = 10.0 \text{ mm}$
Festigkeit $f_y = 235.0 \text{ N/mm}^2$
Druckfläche $A_{eff} = 285.8 \text{ cm}^2$
Tragfähigkeit $FC_{Rd} = 405.04 \text{ kN}$

Nachweis Gesamt-Schweißnahtbild im Anschluss Stütze-Fußplatte

τ_{wd}	=	0.0	N/mm ²	/	τ_{wRd}	=	207.8	N/mm ²	η	=	0.00	< 1
σ_{wd}	=	162.5	N/mm ²	/	σ_{wRd}	=	207.8	N/mm ²	η	=	0.78	< 1
σ_{wdV}	=	162.5	N/mm ²	/	σ_{wRd}	=	207.8	N/mm ²	n	=	0.78	< 1

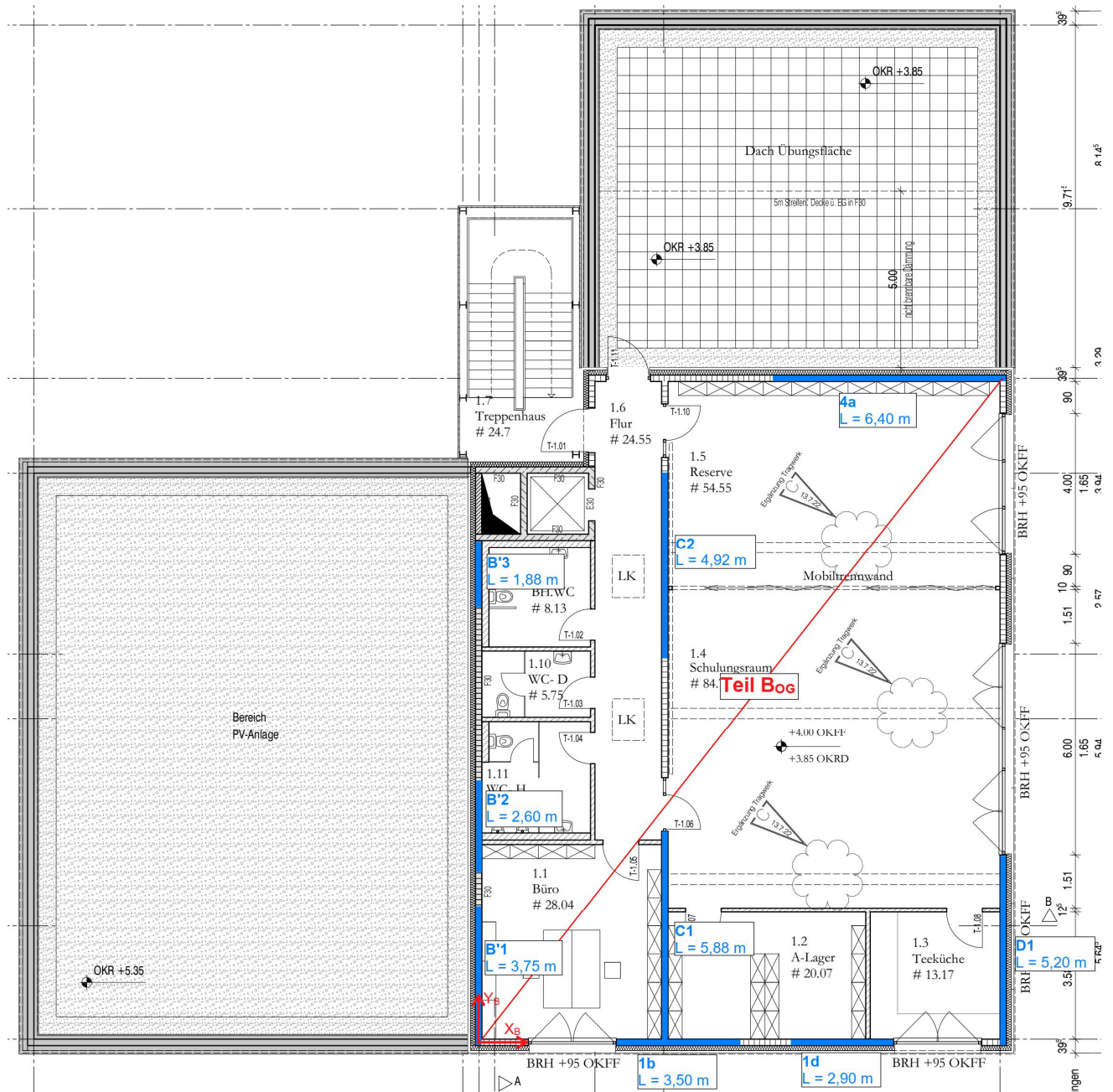
$A_w = 17.6 \text{ cm}^2$

maximale Auslastung $\eta = 0.78 < 1$ Schweißnaht Stütze Fußplatte

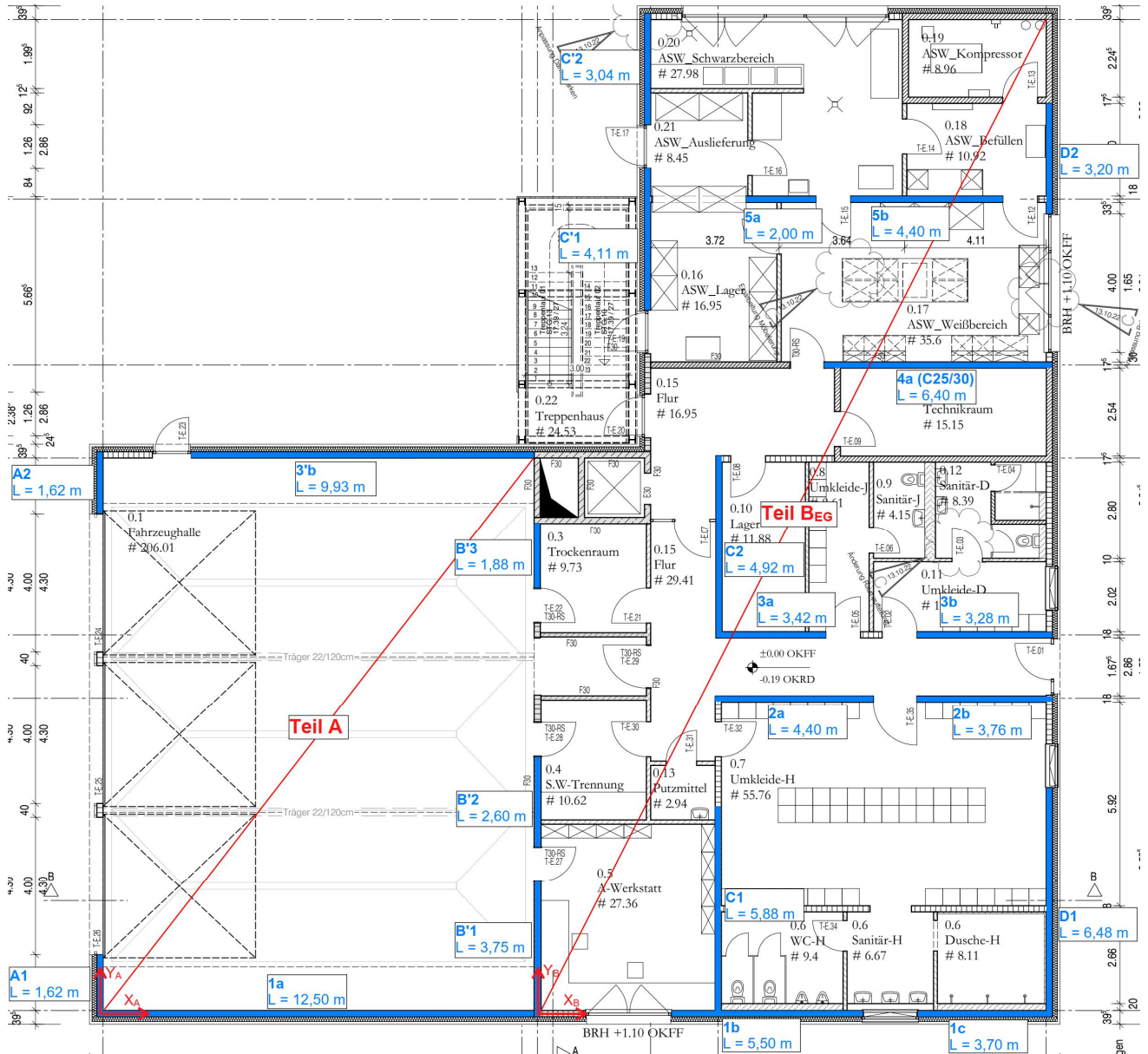
Aussteifung

Übersicht über das gewählte Aussteifungssystem

Obergeschoss



Erdgeschoss



Die Aussteifung des Gebäudes wird über die blau markierten Wände sichergestellt.

Konstruktion/ Ausführung

Wände:

- Brettsperrholzwände: $d = 18 \text{ cm}$

Deckenscheibe:

- Brettsperrholzdecke: $h = 16 \text{ cm}$

KLH 5s 160 DL (4 – 2 – 4 – 2 – -4) → min. 4 cm horizontal

$h = 20 \text{ cm}$

KLH 5s 200 DL (4 – 4 – 4 – 4 – -4) → min. 8 cm horizontal

Bestimmung der Horizontallasten

Windlasten:

Windlastzone 2

$$q_{p,k} = 0,65 \text{ kN/m}^2$$

Geländekategorie III

$$w_d = \gamma_Q \times c_{pe(D+E)} \times q_{p,k} = 1,5 \times (0,8 + 0,5) \times 0,65 \text{ kN/m}^2 = 1,27 \text{ kN/m}^2$$

$$H_w = w_d \times h \times b$$

b = Breite der Gebäudeseite

	x-Richtung	y-Richtung
Teil A:		
H _{w,EG}	1,27 kN/m ² x (5,7 m/2 + 0,65 m) x 16,22 m = 72,1 kN	1,27 kN/m ² x (5,7 m/2 + 0,65 m) x 12,70 m = 56,5 kN
Teil B:		
H _{w,OG}	1,27 kN/m ² x (4,10 m/2 + 0,65 m) x 18,8 m = 64,5 kN	1,27 kN/m ² x (4,10 m/2 + 0,65 m) x 14,85 m = 50,9 kN
H _{w,EG}	1,27 kN/m ² x 4,10 m x 28,92 m = 150,6 kN	1,27 kN/m ² x 4,10 m x 14,85 m = 77,3 kN

Erdbebenlasten:

Erdbebenzone 3

$a_{gR} = 0,80 \text{ m/s}^2$ (Bodenbeschleunigung)

Untergrundklasse S, Baugrundklasse C

Bedeutungskategorie IV

Ermittlung der Geschosslasten

Die nichttragenden MW-Wände und die Stahlbetonwände werden in der Massenermittlung nicht berücksichtigt, da diese in sich ausgesteift sind.

Erdgeschoss (A)

	Bauteil	Beschreibung	Wichte γ kN/m ³	Breite b m	Höhe h m	Länge L m	Flächenlast kN/m ²	Liniengewicht kN/m	Bezugsfläche A m ²	Masse kN
ständige Lasten:	Decke	Eigengewicht Brettsper Holz	5,00		0,20				205,99	205,99
		Ausbau					1,70		205,99	350,19
	Wände	Stahlbeton	25,00	0,20	5,30	0,00				0,00
		Mauerwerk	22,00	0,18	5,30	0,00				0,00
		Brettsper Holz	5,00	0,18	5,30	43,80				208,93
	Brüstung	Holz	5,00	0,18	0,65	41,50				24,28
	Balken	Pos. 0-U01	5,00	0,22	1,20	25,36				33,48
		Pos. 0-U20	5,00	0,18	0,83	12,80				9,56
	Fassade				6,20	41,50	0,10			25,73
veränderliche Lasten:	überbaut	Kat. H + PV-Anlage					1,50		205,99	308,99
Summe									$\Sigma G_k =$	858,15
									$\Sigma Q_k =$	308,99

Obergeschoss (B_{OG})

	Bauteil	Beschreibung	Wichte γ kN/m ³	Breite b m	Höhe h m	Länge L m	Flächenlast kN/m ²	Liniengewicht kN/m	Bezugsfläche A m ²	Masse kN
ständige Lasten:	Decke	Eigengewicht Brettsperholz	5,00		0,20				90,44	90,44
		Eigengewicht Brettsperholz	5,00		0,16				180,48	144,38
		Ausbau					2,00		270,92	541,85
	Wände	Stahlbeton	25,00	0,20	3,85	0,00				0,00
		Mauerwerk	22,00	0,18	3,85	0,00				0,00
		Brettsperholz	5,00	0,18	3,85	80,50				278,93
	Brüstung	Holz	5,00	0,18	0,65	67,30				39,37
	Balken	Pos. 1-U01				28,80		1,25		36,00
		Pos. 1-U02				6,20		1,12		6,94
		Pos. 1-U03				4,25		1,12		4,76
	Fassade				4,70	67,30	0,10			31,63
veränderliche Lasten:	Dachfläche						2,00		270,92	541,85
Summe									$\Sigma G_k =$	1174,31
									$\Sigma Q_k =$	541,85

Erdgeschoss (B_{EG})

	Bauteil	Beschreibung	Wichte γ kN/m ³	Breite b m	Höhe h m	Länge L m	Flächenlast kN/m ²	Liniengewicht kN/m	Bezugsfläche A m ²	Masse kN
ständige Lasten:	Decke	Eigengewicht Brettsperholz	5,00		0,20				389,17	389,17
		Ausbau Terrasse					2,00		118,25	236,50
		Ausbau überbaut					2,20		270,92	596,03
	Wände	Stahlbeton	25,00	0,20	3,85	0,00				0,00
		Mauerwerk	22,00	0,18	3,85	26,30				389,83
		Brettsperholz	5,00	0,18	3,85	125,60				435,20
	Brüstung	Holz	5,00	0,18	1,10	32,10				31,78
	Fassade				3,85	40,00	0,10			15,40
					4,95	32,10	0,10			15,89
veränderliche Lasten:	Terrasse überbaut	Kat. C1 + Trennwandzuschlag					4,00		118,25	472,99
		Kat. E1.2					3,80		234,92	892,71
							6,00		36,00	216,00
Summe									$\Sigma G_k =$	2109,80
									$\Sigma Q_k =$	1581,70

Ermittlung der Stockwerksmassen

Teil A

$$A_{Ed} = \sum G_{k,j} \oplus \sum \phi \psi_{2i} Q_{ki}$$

aus EG:

Schnee (begehbare Dach)

Σ Decke EG

ΣA_{ed}

entspricht ΣA_{ed}

Lasten	Beiwert ϕ	ψ_2	Stockwerks- massen
			[kN]
G =			731 kN ← Decke EG + halbe Wandhöhe EG
Q =	1,00	0,50	154 kN
			886 kN
			886 kN
			89 t

Teil B

$$A_{Ed} = \sum G_{k,j} \oplus \sum \phi \psi_{2i} Q_{ki}$$

aus OG:

Kat. Z

Σ Decke OG

aus EG:

Kat. Z

Kat. C1

Kat. E1.2

Σ Decke EG

ΣA_{ed}

entspricht ΣA_{ed}

Lasten	Beiwert ϕ	ψ_2	Stockwerks- massen
			[kN]
G =			1.019 kN ← Decke OG + halbe Wandhöhe OG
Q =	1,00	0,50	271 kN
			1.290 kN
G =			1.845 kN ← Decke EG + halbe Wandhöhe EG + halbe Wandhöhe OG
Q =	1,00	0,50	236 kN
Q =	1,00	0,60	536 kN
Q =	1,00	0,80	173 kN
			2.790 kN
			4.080 kN
			408 t

Baumerksmasse Erdbeben

Teil A

Gesamterdbebenkraft nach DIN EN 1998-1/NA:2011-1 Abschnitt 4.3.3.2.2:

$$F_b = S_d(T_1) \times M \times \lambda = 74 \text{ kN}$$

$S_d(T_1)$		Bemessungsspektrum
M	=	89 t Bauwerksmasse
λ	=	1 Korrekturfaktor

Grundschwingzeit nach DIN EN 1998-1/NA:2011-1 Abschnitt 4.3.3.2.2 (3):

$$T_1 = C_t \times H^{3/4} = 0,192$$

C_t	=	0,05	
H	=	6,00 m	Gebäudehöhe

Bemessungsspektrum nach DIN EN 1998-1/NA:2011-1 Abschnitt 3.2.2.5 (4):

Gemäß Bodengutachten ist das Baugebiet in die **Untergrundklasse S** einzustufen.
Das Baugebiet wird der **Baugrundklassen C** zugeordnet.

$T_b \leq T_1 \leq T_c$:	$S_d(T_1) = a_{gR} \times \gamma_1 \times S \times 2,5 / q$	$a_{gR} = 0,80 \text{ m/s}^2$	Erdbebenzone 3
	$S_d(T_1) = 0,840$	$\gamma_1 = 1,4$	Bedeutungskategorie IV
		S = 0,75	Untergrund C-S
Kontrolle:	$T_1 \leq 4 \times T_c$	$T_b = 0,10$	Untergrund C-S
	$0,192 \leq 2$	$T_c = 0,50$	Untergrund C-S
		$T_d = 2,00$	Untergrund C-S
		q = 2,50	Verhaltensbeiwert

Teil B

Gesamterdbebenkraft nach DIN EN 1998-1/NA:2011-1 Abschnitt 4.3.3.2.2:

$$F_b = S_d(T_1) \times M \times \lambda = 343 \text{ kN}$$

$S_d(T_1)$			Bemessungsspektrum
M	=	408 t	Bauwerksmasse
λ	=	1	Korrekturfaktor

Grundschwingzeit nach DIN EN 1998-1/NA:2011-1 Abschnitt 4.3.3.2.2 (3):

$$T_1 = C_t \times H^{3/4} = 0,249$$

C_t	=	0,05	
H	=	8,50 m	Gebäudehöhe

Bemessungsspektrum nach DIN EN 1998-1/NA:2011-1 Abschnitt 3.2.2.5 (4):

Gemäß Bodengutachten ist das Baugebiet in die **Untergrundklasse S** einzustufen.
Das Baugebiet wird der **Baugrundklassen C** zugeordnet.

$T_B \leq T_1 \leq T_C$:	$S_d(T_1) = a_{gR} \times \gamma_1 \times S \times 2,5 / q$	$a_{gR} = 0,80 \text{ m/s}^2$	Erdbebenzone 3
	$S_d(T_1) = 0,840$	$\gamma_1 = 1,4$	Bedeutungskategorie IV
		S = 0,75	Untergrund C-S
Kontrolle:	$T_1 \leq 4 \times T_C$	$T_B = 0,10$	Untergrund C-S
	$0,249 \leq 2$	$T_C = 0,50$	Untergrund C-S
		$T_D = 2,00$	Untergrund C-S
		$q = 2,50$	Verhaltensbeiwert

Verteilung der Erdbebenkraft auf die Stockwerke:

$$F_i = F_b \cdot \frac{s_i \cdot m_i}{\sum s_j \cdot m_j}$$

Teil A

Eingangswerte:

	Höhenkote	Ersatzlast
Decke EG	5,55 m	886 kN
$\sum S_j m_j$	4.916 kNm	

Decke EG:				
$f_1 =$	0.886 kN x	5,55 m /	4.916 kNm =	1
$F_1 =$	74 kN x	1	=	74 kN

Teil B

Eingangswerte:

	Höhenkote	Ersatzlast
Decke OG	8,05 m	1.290 kN
Decke EG	4,05 m	2.790 kN
	Σ	4.080 kN
$\sum S_j m_j$	21.683 kNm	

Decke OG:				
$f_1 =$	1.290 kN x	8,05 m /	21.683 kNm =	0,48
$F_1 =$	343 kN x	0,48	=	164 kN

Decke EG:				
$f_2 =$	2.790 kN x	4,05 m /	21.683 kNm =	0,52
$F_2 =$	343 kN x	0,52	=	179 kN

$$\begin{aligned} \Sigma & 1,00 \\ \Sigma & 343 \text{ kN} \end{aligned}$$

Die Erdbebenlasten sind höher als die Windlasten. Für die Bemessung der aussteifenden Bauteile werden die Erdbebenlasten angesetzt.

Imperfektionen:

Imperfektionen können durch Einhaltung der Voraussetzungen nach DIN EN 1995-1-1/NA, NCI zu 9.2.4.2 (NA.18) vernachlässigt werden.

Exzentrizitäten:

Schubmittelpunkt:

$$x_s = (\sum l_{y,i} \times x_i) / \sum l_{y,i}$$

$$y_s = (\sum l_{x,i} \times y_i) / \sum l_{x,i}$$

Scheibenschwerpunkt:

$$x_A \text{ bzw. } x_{B,OG} \text{ bzw. } x_{B,EG}$$

$$y_A \text{ bzw. } y_{B,OG} \text{ bzw. } y_{B,EG}$$

	Schubmittelpunkt		Scheibenschwerpunkt	
	x_s	y_s	x_i	y_i
Teil A	7,37 m	7,18 m	6,34 m	8,11 m
Teil B EG	7,12 m	11,53 m	8,03 m	13,61 m
Teil B OG	6,79 m	9,40 m	7,60 m	9,15 m

Teil A	$e_{x,s} = x_s - x_A = 7,37 - 6,34 = 1,03 \text{ m}$ $\leq 0,1 \times T_G = 1,27 \text{ m}$ erfüllt!	$e_{x,s} = y_s - y_A = |7,18 - 8,11| = 0,93 \text{ m}$ $\leq 0,1 \times B_G = 1,62 \text{ m}$ erfüllt!
Teil B EG	$e_{x,s} = x_s - x_{B,EG} = |7,12 - 8,03| = 0,91 \text{ m}$ $\leq 0,1 \times T_G = 1,49 \text{ m}$ erfüllt!	$e_{x,s} = y_s - y_{B,EG} = |11,53 - 13,61| = 2,08 \text{ m}$ $\leq 0,1 \times B_G = 2,89 \text{ m}$ erfüllt!
Teil B OG	$e_{x,s} = x_s - x_{B,OG} = |6,79 - 7,60| = 0,81 \text{ m}$ $\leq 0,1 \times T_G = 1,49 \text{ m}$ erfüllt!	$e_{x,s} = y_s - y_{B,OG} = 9,40 - 9,15 = 0,25 \text{ m}$ $\leq 0,1 \times B_G = 1,88 \text{ m}$ erfüllt!

→ Gebäude mit geringer Exzentrizität

→ Exzentrizität aus Wind/Erdbeben und Geometrie sind vernachlässigbar!

→ Berechnung der Kraftverteilung auf die Wandtafeln nach der Variante WaL

Nachweisführung

Die Nachweisführung erfolgt über die Ermittlung der Grenzlaster der Decken- und Wandtypen. Hierbei bezieht sich die Nachweisführung lediglich auf die Bauteile mit den maßgebenden Abmessungen. Alle aussteifenden Bauteile sind entsprechend der unten berechneten maßgebenden Bauteile auszuführen.

Die horizontale Gebäudeaussteifung erfolgt über Deckenscheiben. Die vertikale Aussteifung erfolgt in der Wandebene über die Brettspertholzwände.

Teil A	Erdbeben in x-Richtung 16,22 m	Erdbeben in y-Richtung 12,70 m
Deckenscheibe EG	$F_x = 74 \text{ kN}$ $q_x = 4,6 \text{ kN/m}$	$F_y = 74 \text{ kN}$ $q_y = 5,8 \text{ kN/m}$
Wandscheiben EG	$F_x = 74 \text{ kN}$ $q_x = 4,6 \text{ kN/m}$	$F_y = 74 \text{ kN}$ $q_y = 5,8 \text{ kN/m}$

Teil B	Erdbeben in x-Richtung 18,8 m (OG), 28,92 m (EG)	Erdbeben in y-Richtung 14,85 m (OG & EG)
Deckenscheibe OG	$F_x = 164 \text{ kN}$ $q_x = 8,7 \text{ kN/m}$	$F_y = 164 \text{ kN}$ $q_y = 11,0 \text{ kN/m}$
Wandscheiben OG	$F_x = 164 \text{ kN}$ $q_x = 8,7 \text{ kN/m}$	$F_y = 164 \text{ kN}$ $q_y = 11,0 \text{ kN/m}$
Deckenscheibe EG	$F_x = 179 \text{ kN}$ $q_x = 6,2 \text{ kN/m}$	$F_y = 179 \text{ kN}$ $q_y = 12,1 \text{ kN/m}$
Wandscheiben EG	überbauter Bereich (Achse 1-4): $F_x = 343 \text{ kN}$ $q_x = 8,7 \text{ kN/m} + 6,2 \text{ kN/m}$ $= 14,9 \text{ kN/m}$ nicht überbauter Bereich (Achse 5-6): $F_x = 179 \text{ kN}$ $q_x = 6,2 \text{ kN/m}$	$F_y = 343 \text{ kN}$ $q_y = 23,1 \text{ kN/m}$

Nachweis der Deckenscheibe

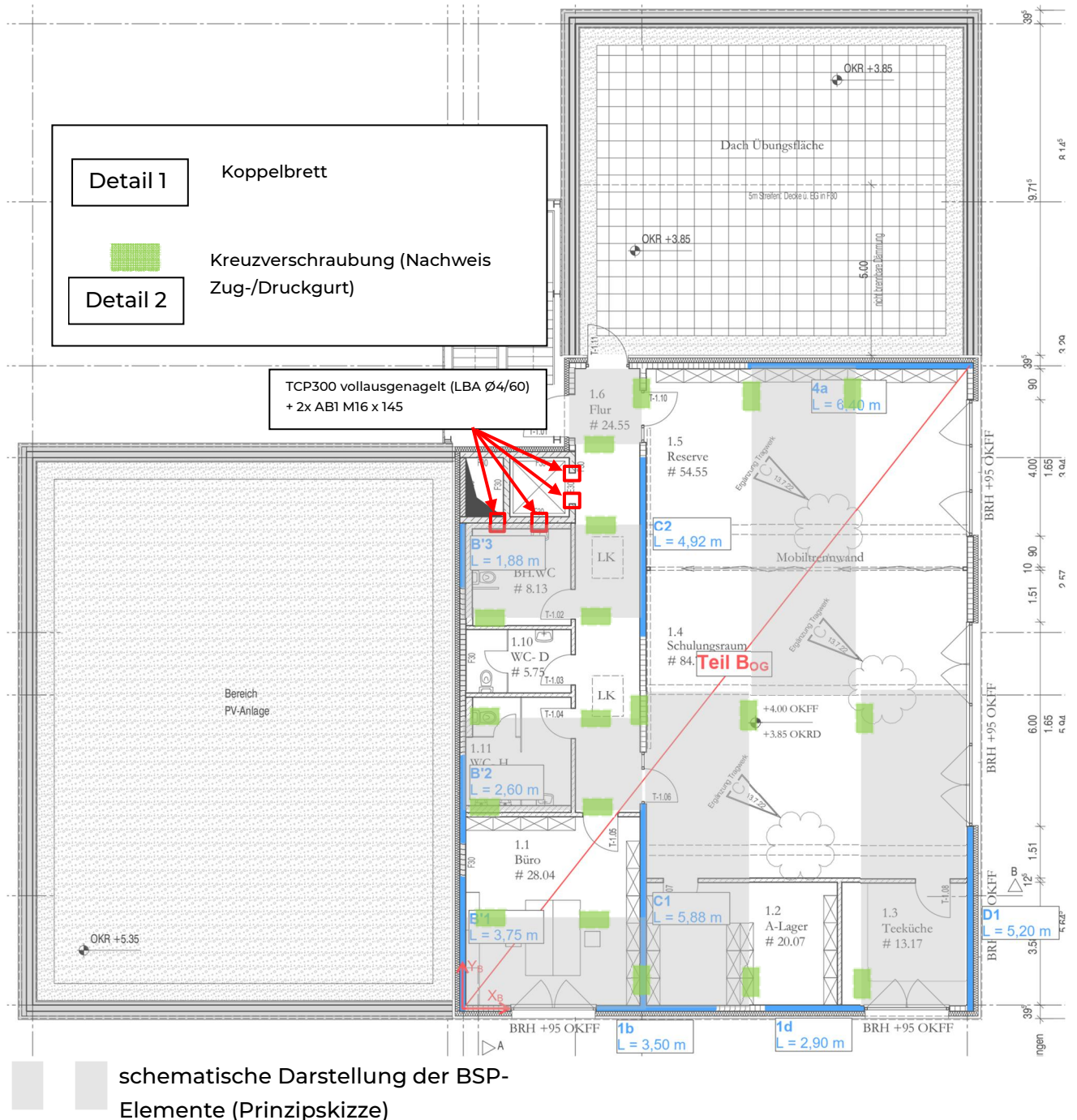
Die Holzdecke wird als steife Deckenscheibe ausgebildet. Da die Wandscheibenkräfte aus den Obergeschossen direkt in die darunterliegenden Wandscheiben des Erdgeschosses weitergeleitet werden, erfährt die Deckenscheibe selbst keine Beanspruchung aus diesen Kräften.

Die Deckenscheibe wird somit nur aus ihrer anteiligen Windangriffsfläche belastet.

Die Berechnung der Schnittgrößen der Deckenscheibe erfolgt mit Hilfe eines Stabwerkprogramms unter Berücksichtigung von Auflagerfedern mit folgenden Eingabewerten:

- Biegestarrer Querschnitt
- Auflagerfelder entsprechend der Länge der Wandscheiben

Obergeschoss (Prinzipskizze):



Hinweis zu Detail 1: In jeder Fuge zwischen zwei BSP-Elementen ist ein Koppelbrett anzuordnen.

Zusammenstellung der maximalen Schnittgrößen

Für die Ermittlung der Schnittgrößen wird der Lastfall Volllast betrachtet. Die Erdbebenlast wird nicht feldweise angesetzt.

Die Programmausgaben sind nachfolgend beigelegt. Die entsprechenden Design-Einwirkungen aus dem Kapitel „Nachweisführung“ wurden in eine charakteristische Belastung (Quotient 1,5) umgerechnet und als Verkehrslastfall angesetzt.

Teil A

Schnittgrößen	Erdbeben x-Richtung	Erdbeben y-Richtung
Deckenscheibe EG		
max V_d	37,3 kN	36,9 kN
max. M_d	151,4 kNm	117 kNm

Teil B

Schnittgrößen	Erdbeben x-Richtung	Erdbeben y-Richtung
Deckenscheibe OG		
max V_d	81,8 kN	54,3 kN
max. M_d	384,4 kNm	118,5 kNm
Deckenscheibe EG		
max V_d	34,6 kN	59,2 kN
max. M_d	87,0 kNm	144,9 kNm

Zusammenstellung der maximalen Schnittgrößen

Schnittgrößen	Erdbeben x-Richtung	Erdbeben y-Richtung
max V_d [kN]	81,8 kN	54,3 kN
max M_d [kNm]	384,4 kNm	118,5 kNm

Erdbeben in x-Richtung

$$\begin{aligned} s_{v,0,d} &= V_{ed} / h &= 81,8 \text{ kN/m} / 11,65 \text{ m} &= 7,1 \text{ kN/m} \\ N_d &= M_d / h &= 384,4 \text{ kN/m} / 11,65 \text{ m} &= 33,0 \text{ kN} \end{aligned}$$

Erdbeben in y-Richtung

$$\begin{aligned} s_{v,0,d} &= V_{ed} / h &= 54,3 \text{ kN} / 18,8 \text{ m} &= 2,9 \text{ kN/m} \\ N_d &= M_d / h &= 118,5 \text{ kN/m} / 18,8 \text{ m} &= 6,3 \text{ kN} \end{aligned}$$

Ausbildung der Deckenscheibe

Der Anschluss der Deckenscheibe an die aussteifenden Wände sowie die Ausbildung der Zuggurte erfolgt mithilfe von Vollgewindeschrauben. Die Nachweise der Anschlüsse der Deckenscheibe an die aussteifenden Wände werden im Kapitel „Nachweis der Brettsperrholzwand“ geführt.

Konstruktiv ist die Deckenscheibe zur Lagesicherung kontinuierlich mit SPAX-Schrauben $\varnothing 8 \times 350$ mm im Abstand von max. 50 cm auch an alle nicht zur Aussteifung beitragenden Brettsperrholzwände anzuschließen!


Nachweise:

Für die Deckenscheibe werden grundsätzlich folgende Nachweise geführt:

1. Übertragung der Schubkräfte zwischen den Elementen (Detail 1: Nachweis Koppelbrett)
2. Nachweis des Zug- und Druckgurtes (Detail 2: Nachweis des Zug- und Druckgurtes)

Der Nachweis des Anschlusses an die Aussteifungswände erfolgt unter „Nachweis der Brettsperrholzwand“.

Detail 1: Nachweis Koppelbrett



Feuerwehrgerätehaus Geilenkirchen

-

Carolin Weimar

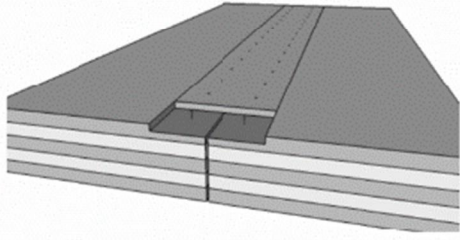
IBC Ingenieurbau Consult GmbH

Prüfer

Deutschland

1/4

Verbindung



F_x

K_{mod}

Material1

ρ_k

Platte1

Decklagenrichtung

Verbindungsmitteltyp

Verbindungsmittel

Durchmesser

Kopfdurchmesser

Länge

Gewindelänge

Verbindungsbrett

Verbindungsbrettbreite

Verbindungsbrettdicke

Nischentiefe

Reihenanzahl

Vorgebohrt

7,1 kN/m

1

C24 Fichte ETA (2022)

3,85 kN/m³

CLT 200 L5s

X Richtung

Nägel

Nägel (EN1995-1-1)

1,8 mm

6,8 mm

65 mm

mm

C24 Nadelholz

200 mm

30 mm

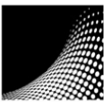
30 mm

2

x

Nachweise				
Nachweis	Vorhanden	Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
"Brettbreite"	200	72	mm	36 %
"Brettdicke"	30	17	mm	58 %
CLT Dicke	35	16	mm	46 %
Fv	268,186	268,186	N	100 %
Anzahl	26,474	111,111	Stk/m	24 %

© 2024 • Calculatis by Stora Enso • Version 7.09.0
Jegliche Verwendung der softwarebasierten Ergebnisse ist nur erlaubt, wenn diese von einem Ingenieur für Baustatik/Bauphysik auf Vollständigkeit und Richtigkeit geprüft und genehmigt wurden. Weitere Informationen finden Sie in den Nutzungsbedingungen.



IBC

Ingenieurbau-Consult

55124 Mainz • Im Niedergarten 12
Tel. 0 61 31 / 949 11 0 • Fax 0 61 31 / 919 11 144
E-Mail: info@ibc-ing.de • www.ibc-ing.de



Feuerwehrgerätehaus Geilenkirchen

Carolyn Weimar

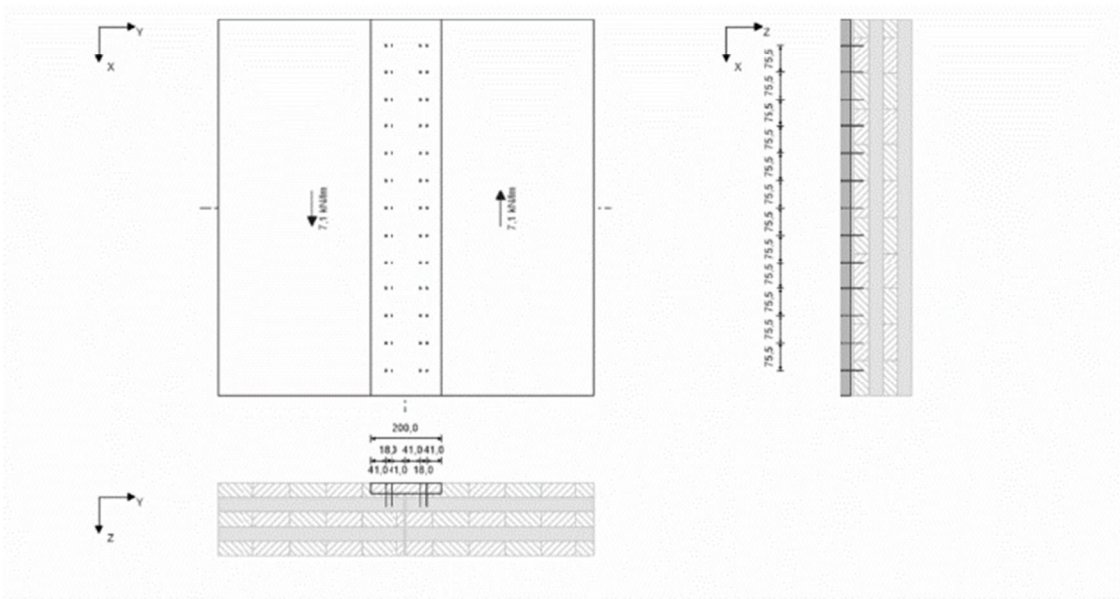
IBC Ingenieurbau Consult GmbH

Deutschland

Prüfer

2/4

Tragsystem



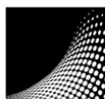
Mindestabstände

Bezeichnung	a _{1,min}	a _{2,min}	a _{3,min}	a _{3l,min}	a _{4c,min}	a _{4l,min}
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
CLT	18	9	18	27	9	9
"Brett"	18	9	18	27	9	9

Schichtergebnisse

Element 1

X	Dicke	Typ	α	I_{eff}	$I_{eff,v}$	$F_{ax,Rk}$
[mm]	[mm]		[°]	[mm]	[mm]	[N]
30	10	L	90	10	10	53
40	25	C	90	25	25	133
65	15	C	90	0	0	0
80	40	L	90	0	0	0
120	40	C	90	0	0	0
160	40	L	90	0	0	0



IBC
Ingenieurbau-Consult

55124 Mainz • Im Niedergarten 12
Tel. 0 61 31 / 949 11 0 • Fax 0 61 31 / 919 11 144
E-Mail: info@ibc-ing.de • www.ibc-ing.de



Feuerwehrgerätehaus Geilenkirchen

-

Deutschland

3/4

Carolín Weimar

IBC Ingenieurbau Consult GmbH

Prüfer

Ergebnis													
b _{1,min}	b _{2,min}	f _{h,k,1}	f _{h,k,2}	β	t _{pen,1}	t _{pen,2}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	t _{1,req}	t _{2,req}	F _{ax,Rk1}	F _{ax,Rk2}	
[mm]	[mm]	[N/mm²]	[N/mm²]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N]	[N]	
36	72	26,47	24,06	1,10	35,00	30,00	35,00	30,00	16	17	186,76	132,30	

Ergebnis													
M _{y,Rk}	F _{ax,Rk}	F _{head,Rk}	F _{tens,Rk}	F _{kl,Rk}	F _{v,Rk}	F _{v,Rd}	F _{v,Ed}	F _{ax,Rd}	F _{ax,Ed}	Anz.	Anz. _{max}	a _{erf.}	
[Nmm]	[N]	[N]	[kN]	[kN]	[N]	[N]	[kN/lm]	[N]	[kN/lm]	[Stk/m]	[Stk/m]	[mm]	
829,81	132,30	0,00	0,000	0,000	348,64	268,19	7,10	101,77	0,00	26,47	111,11	76	

Verwendete Unterlagen für diese Bemessung	
Literaturtitel	Beschreibung
EN 338	EN 338 - Bauholz für tragende Zwecke? Festigkeitsklassen
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, Teil 1-1: Allgemeines ? Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
ETA-14/0349	Europäische Technische Bewertung ETA-14/0349
EN 14080	EN 14080 - Holzbauwerke - Brettschichtholz und Balkenschichtholz - Anforderungen
DIN EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, Teil 1-1: Allgemeines ? Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1995-1-1 NA	EN 1995-1-1 - Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
ETA-11/0030	ETA-11/0030 European Technical Approval; Rothoblaas; Self-tapping screws for use in timber structures
ETA-12/0063	SFS intec AG; Self-tapping screws for use in timber constructions
ETA-12/0062	SFA intec AG; ETA-12/0062; selftapping screws for use in timber constructions
ETA-11/0086	Rotho Blaas WHT hold downs and angle brackets
ETA-09/0322	GH Various Angle Brackets
ETA-11/0496	Rotho Blaas TITAN Angle Brackets
ETA-11/0190	Würth - Selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmitel
ETA-12/0373	Schmid Schrauben für den Einsatz in Holzkonstruktionen
ETA-12/0114	SPAX - Schrauben als Holzverbindungsmitel in tragenden Holzkonstruktionen

© 2024 - Calculatis by Stora Enso - Version 7.09.0
Jegliche Verwendung der softwarebasierten Ergebnisse ist nur erlaubt, wenn diese von einem Ingenieur für Baustatik/Bauphysik auf Vollständigkeit und Richtigkeit geprüft und genehmigt wurden. Weitere Informationen finden Sie in den Nutzungsbedingungen.



Feuerwehrgerätehaus Geilenkirchen

4/4

Carolyn Weimar

IBC Ingenieurbau Consult
GmbH

Deutschland
Prüfer

Verwendete Unterlagen für diese Bemessung

Literaturtitel	Beschreibung
ETA-21/0670	Simpson Strong-Tie® Structural screws SWW, SWC, TTUFS, TTSTS and TTZNFS
ETA-13/0796	Simpson Strong-Tie® screws ESCR/ESCR-S, ESCRC/ESCRC-S, ESCRS, ESCRFTC, ESCRFT/FTZ, ESCRHD/HRD, ESCRT2R, SSTA and ESCRH
ETA-20/0773	Würth - DENEBAngle Brackets and plate connectors
ETA-08/0183	Würth - Typ A + Typ V Angle Bracket
ETA-14/0274	Würth - Hold down and storey connector

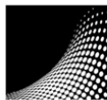
Haftungsausschluss

Die Software wurde erstellt, um Ingenieure im täglichen Arbeitsgang zu unterstützen. Sie behandelt höchst komplexe Themen der Baustatik und Bauphysik. Aus diesem Grund sollte die Software nur von erfahrenen Ingenieuren mit fundierten Kenntnissen der Baustatik und/oder der Bauphysik von Holzbauwerken angewandt werden. Der Nutzer ist verpflichtet alle Eingabewerte zu überprüfen, egal ob er diese selbst eingegeben hat, oder ob sie von der Software empfohlen wurden. Alle Resultate und Zwischenergebnisse sind auf ihre Plausibilität zu prüfen. Die Ergebnisse aus der Nutzung der Software dürfen nicht die einzige Basis für Entscheidungen und Handlungen bilden. Jegliche Verwendung der softwarebasierten Ergebnisse ist nur erlaubt, wenn diese von einem Ingenieur für Baustatik/Bauphysik auf Vollständigkeit und Richtigkeit geprüft und genehmigt wurden. Der Nutzer hat die Möglichkeit, Bemessungsprotokolle auszudrucken; jedwede Veränderung des Inhaltes dieser Bemessungsprotokolle ist untersagt.

Stora Enso Wood Products GmbH übernimmt daher in Bezug auf die Software keinerlei Gewähr. Die Software wurde mit äußerster Sorgfalt erstellt, dennoch übernimmt Stora Enso Wood Products GmbH auch keinerlei Gewährleistung, weder ausdrücklicher noch stillschweigender Art, hinsichtlich Genauigkeit, Gültigkeit, Aktualität und Vollständigkeit von Information und Daten, welche durch die Software erstellt werden. Stora Enso Wood Products GmbH leistet auch nicht Gewähr für eine allgemeine Gebrauchstauglichkeit der Software, für deren Eignung für einen bestimmten Zweck oder für die Kompatibilität der Software mit jener dritter Hersteller oder Anbieter.

Stora Enso Wood Products GmbH haftet ausschließlich für Schäden, die durch grobe Fahrlässigkeit oder Vorsatz von Stora Enso Wood Products GmbH verursacht wurden; die Haftung für leicht fahrlässig verursachte Schäden ist ausgeschlossen. Dies gilt nicht für Personenschäden. Stora Enso Wood Products GmbH haftet daher unter den vorgenannten Voraussetzungen auch nicht für Betriebsausfälle oder den Verlust von Programmen und/oder Daten auf dem Datenverarbeitungssystem des Nutzers.

Anwendbares Recht: Diese Nutzungsbedingungen unterliegen österreichischem Recht unter Ausschluss der Verweisungsnormen und des UN-Kaufrechtes.



IBC
Ingenieurbau-Consult

55124 Mainz • Im Niedergarten 12
Tel. 0 61 31 / 949 11 0 • Fax 0 61 31 / 919 11 144
E-Mail: info@ibc-ing.de • www.ibc-ing.de

Detail 2: Nachweis des Zug- und Druckgurtes

Die Belastung tritt wechselseitig auf. Entsprechend muss jeder Anschluss als Zug- und Druckgurt ausgeführt werden.

Die Kopplung der Zug- bzw. Druckkraft aus der Momentenbeanspruchung erfolgt über eine Kreuzverschraubung der BSP-Elemente. Das Knicken wird wegen der kontinuierlichen Verbindung mit den Wänden verhindert, sodass der Zugspannungsnachweis maßgebend wird. Für die Bemessung werden nur die horizontal verlaufenden Lagen angesetzt.

$$F_{t,0,d} = 33,0 \text{ kN}$$

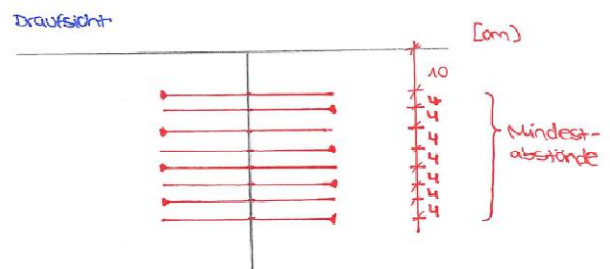
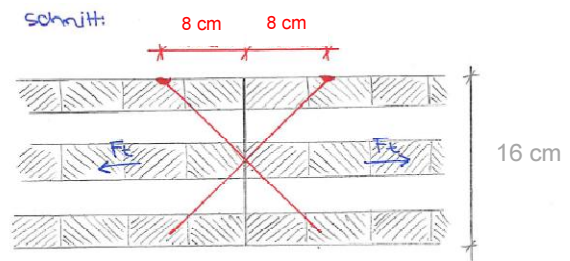
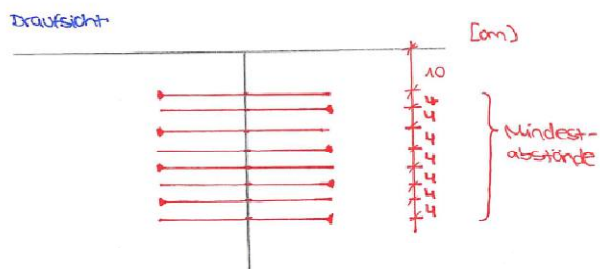
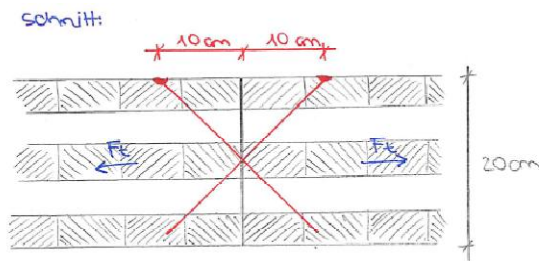
$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_{t,0,d}}{A} \leq f_{t,0,d} \quad ; A = 40 \text{ mm} * 200 \text{ mm} = 8000 \text{ mm}^2$$

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} * f_{t,0,k}}{\gamma_M} = \frac{1,0 * 14}{1,3} = 10,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{33000 \text{ N}}{8000 \text{ mm}^2} = 4,2 \text{ N/mm}^2 \leq 10,7 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

→ Es ist eine Breite von min. 20 cm als Druckgurt auszuführen.

Systemschnitt Kreuzverschraubung (45°):



gewählt:

16er Decke:

je 8x SPAX Senkkopfschraube 8x220 mm
→ $F_{ax,Rd}$ je Schraube $\geq 6,0$ kN

20er Decke:

je 8x SPAX Senkkopfschraube 8x260 mm
→ $F_{ax,Rd}$ je Schraube $\geq 6,0$ kN

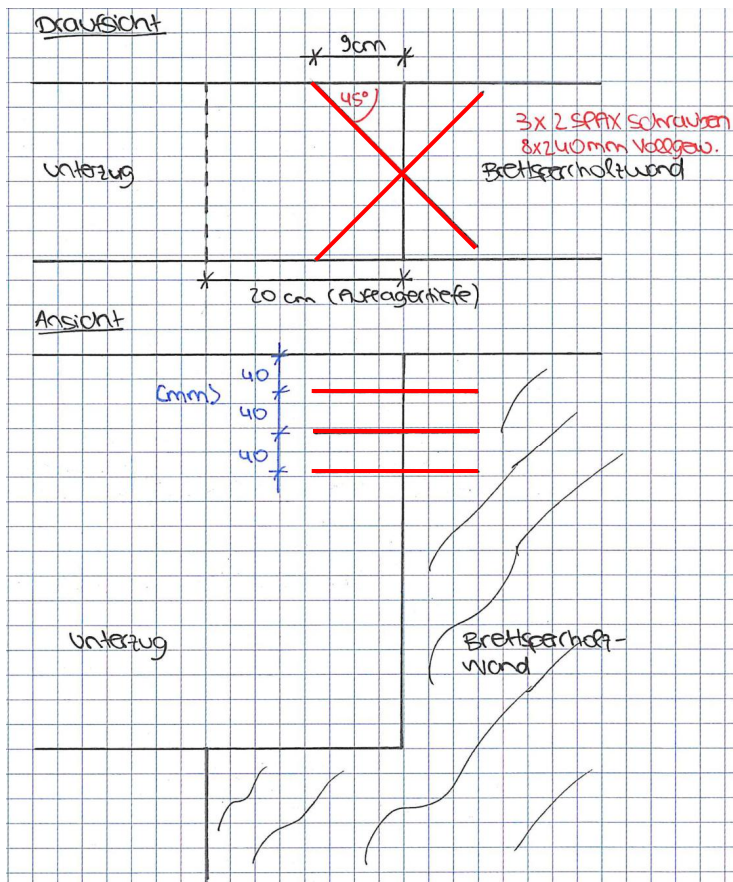
Nachweis:

$F_{Z,Ed} = 33,0 \text{ kN} / 8 / \cos(45^\circ) = 5,8 \text{ kN} \leq F_{ax,Rd} = 6,0 \text{ kN} \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$

Detail 4: Anschluss der Pos. 0-U03 und Pos. 0-U04 an Brettsperrholzwand

Die Anschlüsse der Unterzüge an die Brettsperrholzwand werden auf die Gurt-Normalkraft von 25,9 kN ausgelegt.

gewählt: jeweils 6 x SPAX Schraube 8 x 240 mm mit Vollgewinde und CUT-Spitze; $\alpha = 45^\circ$



Curt- Normalkraft:

$$F_{t,0,d} = 33,0 \text{ kN}$$

Last in Richtung der Schraubenachse:

$$F_{Ed} = 33,0 \text{ kN} / \cos(45) = 46,7 \text{ kN}$$

Last je Schraube:

$$46,7 \text{ kN} / 6 = 7,8 \text{ kN}$$

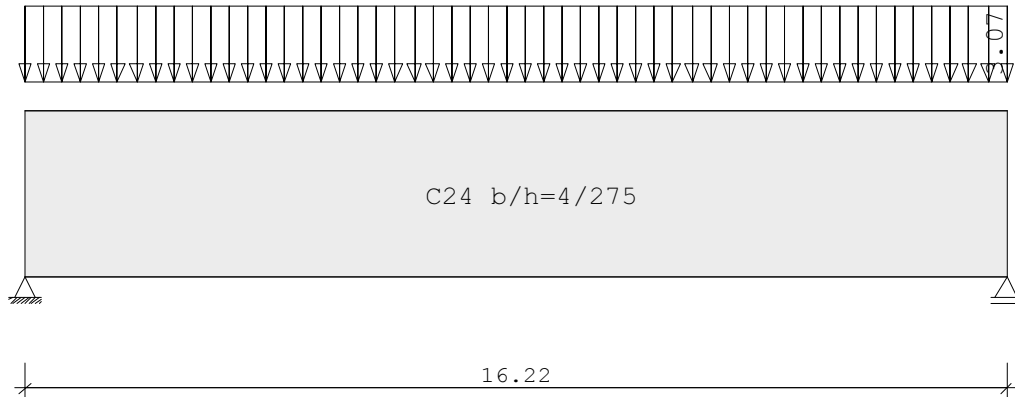
Tragfähigkeit der Schraube 8x240 mm $\alpha = 45^\circ$

Gewählt:									
SPAX:	Senkkopf Schraube		8,0	x	240	Vollgewinde	mit	CUT-Spitze	
Abweichend zur gewählten Schraube kann eine Gleichwertige Schraube verwendet werden. Die entsprechenden Nachweise sind dann dem Prüfer vorzulegen.									
Holz 1:	b =	180	mm	h =	120	mm	$\rho_k =$	350	kg/m ³ $k_{mod} =$ 1
Holz 2:	b =	180	mm	h =	120	mm	$\rho_k =$	350	kg/m ³ $k_{mod} =$ 1
Tragfähigkeit Schrauben:									
Mindestabmessungen nach SPAX ETA 12/0114									
$A_{min,Fv}$	\geq		$40 \cdot d_1^2$						
$t_{min,Fb}$	$=$		$\max(6 \cdot d_1; 20\text{mm})$		für Spax $d_1 \leq 6$ mm und 4CUT Spitze				
	$=$		$\max(5 \cdot d_1; 20\text{mm})$		für Spax $d_1 \leq 6$ mm und CUT Spitze				
	$=$		$7 \cdot d_1$		für Spax $d_1 \geq 8$ mm und CUT / 4CUT Spitze				
$t_{min,Fax}$	$=$		$12 \cdot d_1$		für Spax $d_1 \leq 12$ mm und CUT / 4CUT Spitze				
$A_{vorh,1}$	$=$	180 * 120	$=$	21600 mm ²	$> A_{min}$	$=$	40 * 8 ²	$=$	2560 mm ² → erfüllt!
$A_{vorh,2}$	$=$	180 * 120	$=$	21600 mm ²	$> A_{min}$	$=$	40 * 8 ²	$=$	2560 mm ² → erfüllt!
$t_{vorh,1}$	$=$	120 mm	$>$	t_{mi}	$=$	12 * 8	$=$	96 mm	→ erfüllt!
$t_{vorh,2}$	$=$	120 mm	$>$	t_{min}	$=$	12 * 8	$=$	96 mm	→ erfüllt!
→ Mindestabstände nach Zulassung SPAX ETA 12/0114 sind ausreichend!									
Mindestabmessungen für ausschließlich auf Herausziehen beanspruchte SPAX:									
a_1	$=$	5 * d_1	$=$	5 * 8 =	40,0 mm	gewählt a_1	$=$	- mm	→ erfüllt!
a_2	$=$	5 * d_1	$=$	5 * 8 =	40,0 mm	gewählt a_2	$=$	- mm	→ erfüllt!
$a_{3,c}$	$=$	5 * d_1	$=$	5 * 8 =	40,0 mm	gewählt $a_{3,c}$	$=$	40,0 mm	→ erfüllt!
$a_{4,c}$	$=$	3 * d_1	$=$	3 * 8 =	24,0 mm	gewählt $a_{4,c}$	$=$	40,0 mm	→ erfüllt!
Tragfähigkeit Herausziehen $F_{ax,Rd}$:									
Die Bemessung der Tragfähigkeit erfolgt nach der Europäischen Zulassung SPAX ETA 12/0114 und dem vereinfachten Regeln des Nationalen Anhangs zum EC5:									
$F_{ax,Rd}$	$=$	\min	$\left\{ \begin{array}{l} R_{ax,d,2} \\ R_{tens,d} \\ R_{ax,d,1} \end{array} \right.$	$=$	$\max [R_{ax,d,1}; R_{head,d,1}]$	Versagensfall herausziehen des Gewindes Versagensfall Zugfestigkeit des Stahls Versagensfall Kopfdurchziehen			
a) Herausziehen des Gewindes: (Holz 2)									
$R_{ax,Rk}$	$=$	$\frac{n_{ef} \cdot f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$			$\alpha =$	45°			
l_{ef}	$=$	240 mm - 120 mm			$=$	120 [mm]			
$n_{Reihe} / a_{je\ Reihe}$	$=$	1 / 1 [-]			$a_1 \geq 14 \cdot d \rightarrow n_{ef} = n$	\rightarrow	$n_{ef} =$	1,00 [-]	
$f_{ax,k}$	$=$	12 [N/mm ²]			für 6,0 mm $\leq d_1 \leq 8,0$ mm				
$R_{ax,Rk}$	$=$	$\frac{1 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 120}{1,2 \cdot \cos^2 45 + \sin^2 45} \cdot \frac{350}{350}^{0,8}$	$=$	10472,727 N	$=$	10,47 [kN]			
$R_{ax,Rd}$	$=$	$\frac{k_{mod} \cdot R_{ax,Rk}}{V_M}$	$=$	$\frac{1 \cdot 10,47}{1,3}$	$=$	8,06 [kN]			
b) Zugfestigkeit des Stahls									
$f_{tens,d}$	$=$	$\frac{f_{tens,k}}{V_M}$	$=$	$\frac{13}{1,3}$	$=$	10 [kN]			
$f_{tens,k}$	$=$	13 [kN]			aus rostfreiem Stahl				
$f_{tens,d,ges}$	$=$	$n_{ef} \cdot f_{tens,d}$	$=$	1 * 10 kN	$=$	10 [kN]			
c) Kopfdurchziehen: (Holz 1)									
$R_{ax,Rk}$	$=$	$\max \left(\frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,k}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}; k_t \cdot f_{head,k} \cdot d^2 \cdot h \right) \cdot n_{ef} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$							
$l_{ef,k\ min}$	$=$	120 mm			$=$	120 [mm]			
d_h	$=$	15,1 mm			für 8 mm Senkkopfschraube				
k_t	$=$	1,0 für $t_1/d_h < 3$	$t_1/d_h =$	120 / 15,1	$=$	7,947 [-]			
	$=$	1,3 für $t_1/d_h \geq 3$	$\rightarrow t_1/d_h \geq 3$	$\rightarrow k_t =$	1,3 [-]				
$f_{ax,k}$	$=$	12 [N/mm ²]			für 6,0 mm $\leq d_1 \leq 8,0$ mm				
$f_{head,k}$	$=$	27 - $d_h =$ 27 - 15,1 =	11,9 [N/mm ²]			für $d_h \leq 16$ mm			
$R_{ax,Rd}$	$=$	$\max \left(\frac{12 \cdot 8 \cdot 120}{1,2 \cdot \cos^2 45 + \sin^2 45}; 1,3 \cdot 11,9 \cdot 15,1^2 \cdot 1 \cdot \frac{350}{350}^{0,8} \right)$	$=$	$\max(10472,7; 3527,3) \cdot 1 \cdot 1$	$=$	10 [N]			
$R_{ax,Rd}$	$=$	$\frac{k_{mod} \cdot R_{ax,Rk}}{V_M}$	$=$	$\frac{1 \cdot 10,47}{1,3}$	$=$	8,06 [kN]			
d) Nachweis der Tragfähigkeit:									
$F_{ax,Rd}$	$=$	8,06 [kN]	\geq	$F_{zug,d}$	$=$	7,8 [kN]	→ Nachweis erfüllt!		

Position: Teil A Deckenscheibe EG x-Richtung

Durchlaufträger DLT10 02/2022/C (FRILO R-2023-2/P09)

Maßstab 1 : 125



Holzträger System	C24 Länge	Querschnittswerte			
Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	I _y (cm ⁴)
1	16.22		4.0	275.0	6.932e+6

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Tvp	EG	Gr	q l/r	q l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		0.00	3.07	1.00				

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	v	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0	=	Mf	M li	M re	V li	V re komb
1		8.11	100.96	0.00	0.00	24.90	-24.90 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	24.90	24.90	0.00	2
2	0.00	0.00	-24.90	0.00	24.90	0.00	2

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	0.00	24.90	0.00	24.90	24.90	0.00
2	0.00	24.90	0.00	24.90	24.90	0.00
Summe:	0.00	49.80	0.00	49.80	49.80	0.00

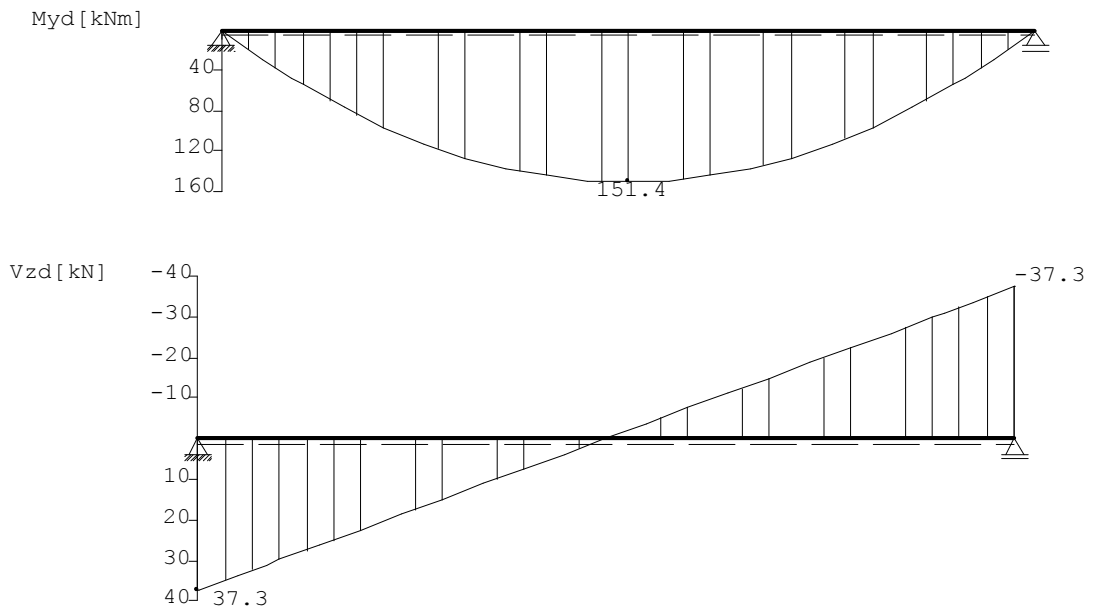
Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	0.0	0.0	0.0	0.0
A	24.9	0.0	24.9	0.0
Sum	24.9	0.0	24.9	0.0

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	8.11	151.44	0.00	0.00	37.35	-37.35	A 2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	37.35	37.35	0.00	A 2
2	0.00	0.00	-37.35	0.00	37.35	0.00	A 2

Maßstab 1 : 150



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016
 Nutzungsklasse 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$$\begin{aligned} E_{\text{mean}} &= 1100 \text{ kN/cm}^2 & G_{\text{mean}} &= 69 \text{ kN/cm}^2 \\ f_{m,k,My} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 & f_{m,k,Mz} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k,Vz} &= 4.0 \text{ N/mm}^2 & f_{v,k,Vy} &= 4.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.14)
 Normalspannungen $b/h = 4/275$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	8.11	151.44	-3.00	3.00	1.00	0.80	0.20	A 2
	16.22	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 4/275$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	2.750	24.68	0.34	0.80	0.21 *	A 2
2 li	2.750	-24.68	0.34	0.80	0.21 *	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

* : k_{cr} nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7(2) um 30% erhöht.

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3 , 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (	wqB mm	w	zul w)	η	
1	8110	inst:	0.0	3.6	3.6	54.1	0.07	2
		fin:	0.0	4.3	4.3	81.1	0.05	2
		net:	0.0	1.7	1.7	54.1	0.03	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L							
		Nr.	Feld	Typ	Grp	α_1	α_1	α_2	α_2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A	1	0.00	3.07			1.00			

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

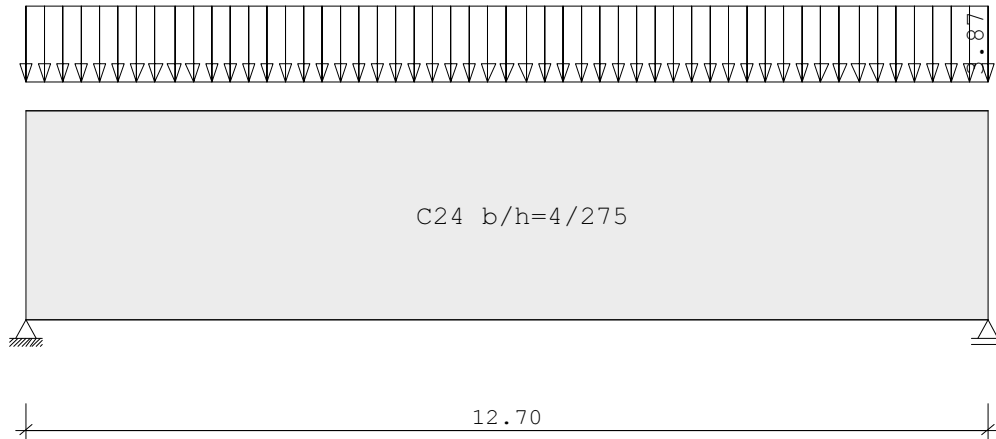
Last	K1	K2
	g	g
1	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
Leiteinwirkung ist.
Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Position: Teil A Deckenscheibe EG y-Richtung

Durchlaufträger DLT10 02/2022/C (FRILO R-2023-2/P09)

Maßstab 1 : 100



Holzträger System	C24 Länge	Querschnittswerte			
Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	I _y (cm ⁴)
1	12.70		4.0	275.0	6.932e+6

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Typ	EG	Gr	q	I/r	q	I/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		0.00		3.87		1.00				

Einwirkungen:

Nr KI Bezeichnung
 A 1 Wohnräume

ψ_0 ψ_1 ψ_2 γ KLED
 0.70 0.50 0.30 1.50 mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0	=	M _f	M _{li}	M _{re}	V _{li}	V _{re} komb
1		6.35	78.02	0.00	0.00	24.57	-24.57 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	M _{li}	M _{re}	V _{li}	V _{re}	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	24.57	24.57	0.00	2
2	0.00	0.00	-24.57	0.00	24.57	0.00	2

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	0.00	24.57	0.00	24.57	24.57	0.00
2	0.00	24.57	0.00	24.57	24.57	0.00
Summe:	0.00	49.15	0.00	49.15	49.15	0.00

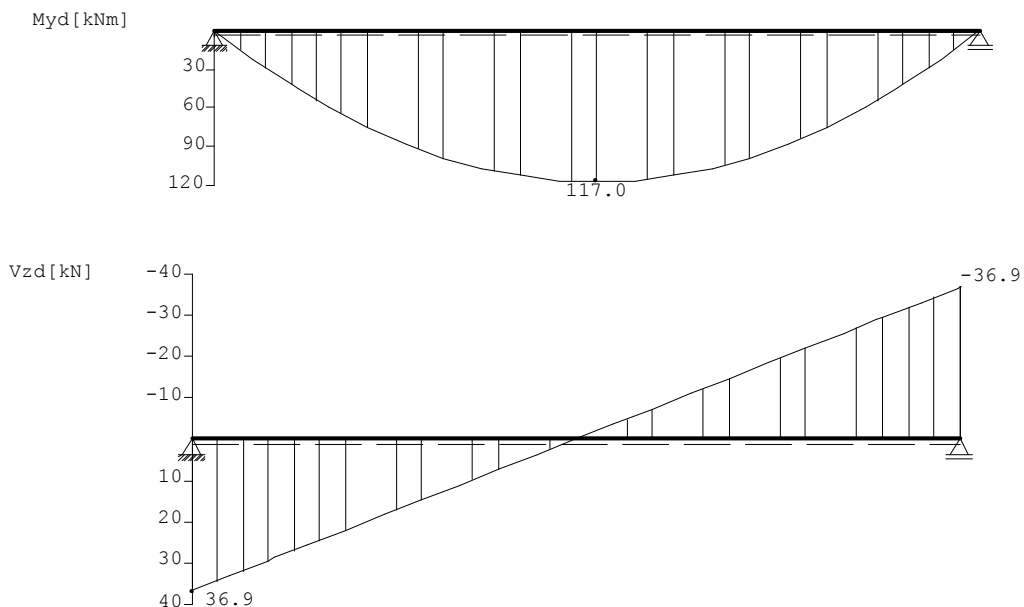
Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	0.0	0.0	0.0	0.0
A	24.6	0.0	24.6	0.0
Sum	24.6	0.0	24.6	0.0

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	6.35	117.04	0.00	0.00	36.86	-36.86	A 2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	36.86	36.86	0.00	A 2
2	0.00	0.00	-36.86	0.00	36.86	0.00	A 2

Maßstab 1 : 125



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016
 Nutzungsklasse 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$$\begin{aligned} E_{\text{mean}} &= 1100 \text{ kN/cm}^2 & G_{\text{mean}} &= 69 \text{ kN/cm}^2 \\ f_{m,k,My} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 & f_{m,k,Mz} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k,Vz} &= 4.0 \text{ N/mm}^2 & f_{v,k,Vy} &= 4.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.14)
 Normalspannungen $b/h = 4/275$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	6.35	117.04	-2.32	2.32	1.00	0.80	0.16	A 2
	12.70	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 4/275$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	2.750	20.90	0.28	0.80	0.18 *	A 2
2 li	2.750	-20.90	0.28	0.80	0.18 *	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{\text{cr}} = 0.50$

* : k_{cr} nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7(2) um 30% erhöht.

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3 , 7.2)

zul $w_{\text{inst}} < L/300$

zul $w_{\text{fin}} < L/200$

zul $w_{\text{net}} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (	wqB mm	w	zul w)	η	
1	6350	inst:	0.0	1.7	1.7	42.3	0.04	2
		fin:	0.0	2.0	2.0	63.5	0.03	2
		net:	0.0	0.8	0.8	42.3	0.02	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L				
Nr.	Feld	Typ	Grp	α_1	α_1	α_2	α_2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 1	0.00	3.87			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

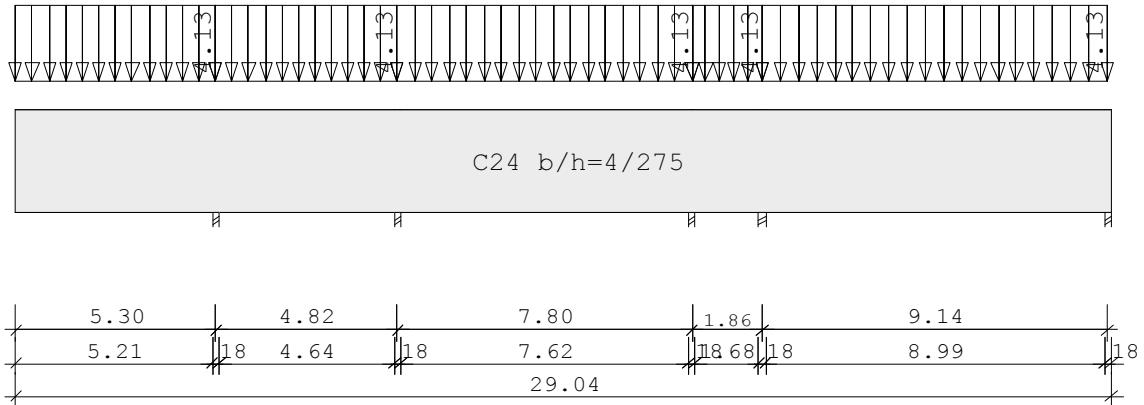
Last	K1	K2
	g	g
1	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
Leiteinwirkung ist.
Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Position: Teil B Deckenscheibe EG x-Richtung

Durchlaufträger DLT10 02/2022/C (FRILO R-2023-2/P09)

Maßstab 1 : 200



Holzträger über 4 Felder C24

System	Länge	Querschnittswerte			
Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	I _y (cm ⁴)
1	4.82	konstant	4.0	275.0	6.932e+6
2	7.80	konstant	4.0	275.0	6.932e+6
3	1.86	konstant	4.0	275.0	6.932e+6
4	9.14	konstant	4.0	275.0	6.932e+6
Kragarm links	5.30	konstant	4.0	275.0	6.932e+6

Feld 1 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.
 Feld 2 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.
 Feld 3 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Elastische Lager

Stütze Nr.	1	6.4 kN/m
Stütze Nr.	2	6.4 kN/m
Stütze Nr.	3	6.7 kN/m
Stütze Nr.	4	8.2 kN/m
Stütze Nr.	5	9.2 kN/m

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Tvp	EG	Gr	a l/r	a l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A	1	0.00	4.13	1.00				
2	1	A	1	0.00	4.13	1.00				
3	1	A	1	0.00	4.13	1.00				
4	1	A	1	0.00	4.13	1.00				
Kragarm										
Krli	1	A	1	0.00	4.13	1.00				

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	v	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3
 In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).
 In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mf	M li	M re	V li	V re komb
1	x0 =	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 1
2	x0 =	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 1
3	x0 =	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 1
4	x0 =	5.57	26.20	-38.04	0.00	23.04	-14.71 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze			M li	M re	V li	V re	max F min F komb
1			-58.01	-58.01	-21.89	10.14	32.03 0.00 2
2			-57.08	-57.08	-9.76	17.81	27.57 0.00 2
3			-43.78	-43.78	-14.40	6.93	21.33 0.00 2
4			-38.04	-38.04	-0.75	23.04	23.79 0.00 2
5			0.00	0.00	-14.71	0.00	14.71 0.00 2

Auflagerkräfte							(kN)
Stütze	aus a	max a	min a	Vollast	max	min	
1	0.00	32.03	0.00	32.03	32.03	0.00	
2	0.00	27.57	0.00	27.57	27.57	0.00	
3	0.00	21.33	0.00	21.33	21.33	0.00	
4	0.00	23.79	0.00	23.79	23.79	0.00	
5	0.00	14.71	0.00	14.71	14.71	0.00	
Summe:	0.00	119.44	0.00	119.44	119.44	0.00	

Auflagerkräfte									(kN)
EG	Stütze 1		Stütze 2		Stütze 3		Stütze 4		
	max	min	max	min	max	min	max	min	
g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
A	32.0	0.0	27.6	0.0	21.3	0.0	23.8	0.0	
Sum	32.0	0.0	27.6	0.0	21.3	0.0	23.8	0.0	

Auflagerkräfte			(kN)
	Stütze 5		
EG	max	min	
g	0.0	0.0	
A	14.7	0.0	
Sum	14.7	0.0	

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

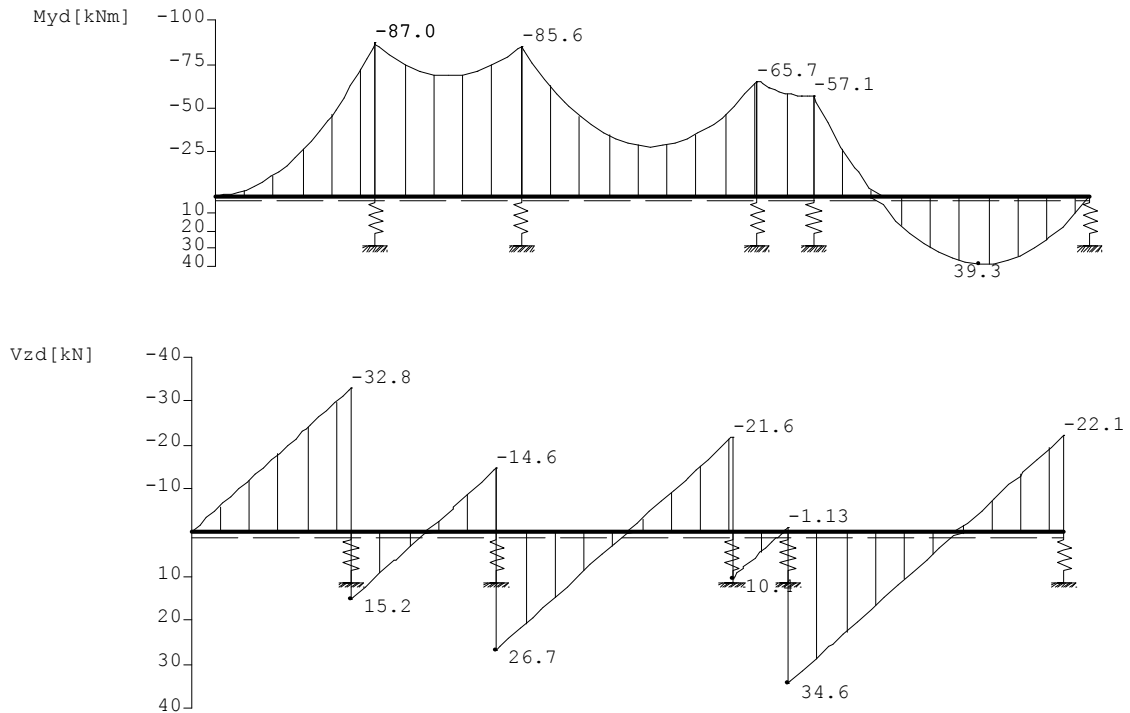
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re komb
1	x0 =	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 1
2	x0 =	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 1
3	x0 =	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 1
4	x0 =	5.57	39.31	-57.06	0.00	34.55	-22.07 A 2

Stützmomente Maximum

(kNm , kN)

Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	-87.01	-87.01	-32.83	15.22	48.05	0.00	A 2
2	-85.63	-85.63	-14.64	26.72	41.36	0.00	A 2
3	-65.67	-65.67	-21.60	10.39	31.99	0.00	A 2
4	-57.06	-57.06	-1.13	34.55	35.69	0.00	A 2
5	0.00	0.00	-22.07	0.00	22.07	0.00	A 2

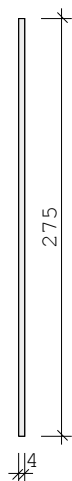
Maßstab 1 : 250



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016

Nutzungs-kategorie 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_{M(A)} = 1.00$



$E_{mean} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 69 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k}, M_y = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k}, M_z = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k}, V_z = 4.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k}, V_y = 4.0 \text{ N/mm}^2$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.14)
Normalspannungen $b/h = 4/275$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	My,d (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	kcrit	kmod	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
Krli	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	5.30	-87.01	1.73	-1.73	1.00	0.80	0.12	A 2
1	0.00	-87.01	1.73	-1.73	1.00	0.80	0.12	A 2
	4.82	-85.63	1.70	-1.70	1.00	0.80	0.11	A 2
2	0.00	-85.63	1.70	-1.70	1.00	0.80	0.11	A 2
	7.80	-65.67	1.30	-1.30	1.00	0.80	0.09	A 2
3	0.00	-65.67	1.30	-1.30	1.00	0.80	0.09	A 2
	1.86	-57.06	1.13	-1.13	1.00	0.80	0.08	A 2
4	0.00	-57.06	1.13	-1.13	1.00	0.80	0.08	A 2
	5.57	39.31	-0.78	0.78	1.00	0.80	0.05	A 2
	9.14	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 4/275$

Stütze Nr.	x (m)	Vz,d (kN)	τ_D (N/mm ²)	kmod	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 li	2.840	-15.24	0.21	0.80	0.13 *	A 2
re	2.840	-2.38	0.03	0.80	0.02 *	A 2
2 li	2.840	2.95	0.04	0.80	0.03 *	A 2
re	2.840	9.12	0.12	0.80	0.08 *	A 2
3 li	2.840	-4.01	0.05	0.80	0.03 *	A 2
re	1.860	-1.13	0.02	0.80	0.01 *	A 2
4 li	1.860	10.39	0.14	0.80	0.09 *	A 2
re	2.840	16.96	0.23	0.80	0.14 *	A 2
5 li	2.810	-4.66	0.06	0.80	0.04 *	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

* : k_{cr} nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7(2) um 30% erhöht.

Auflager $f_{c,90,k} = 2.50$ N/mm²

Stütze Nr.	b (cm)	d (cm)	max F (kN)	kmod	kc90	$\sigma_{c,90,d}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,d}$	η	komb
1	18.0	20.0	48.1	0.80	1.00	5.01	1.54	3.25 !!	A 2
2	18.0	20.0	41.4	0.80	1.00	4.31	1.54	2.80 !!	A 2
3	18.0	20.0	32.0	0.80	1.00	3.33	1.54	2.17 !!	A 2
4	18.0	20.0	35.7	0.80	1.00	3.72	1.54	2.42 !!	A 2
5	18.0	20.0	22.1	0.80	1.00	2.63	1.54	1.71 !!	A 2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
(2.2.3, 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)	wgB (mm)	wqB (mm)	w (mm)	zul w (mm)	η
Krli	0	inst: 0.0	5772.8	5772.8	35.3163.38	2
		fin: 0.0	6811.9	6811.9	53.0128.53	2
		net: 0.0	2770.9	2770.9	35.3 78.42	2
1	0	inst: 0.0	5005.3	5005.3	16.1311.53	2
		fin: 0.0	5906.2	5906.2	24.1245.07	2
		net: 0.0	2402.5	2402.5	16.1149.53	2
2	0	inst: 0.0	4308.5	4308.5	26.0165.71	2
		fin: 0.0	5084.0	5084.0	39.0130.36	2
		net: 0.0	2068.1	2068.1	26.0 79.54	2
3	0	inst: 0.0	3183.4	3183.4	6.2513.46	2
		fin: 0.0	3756.5	3756.5	9.3403.92	2
		net: 0.0	1528.0	1528.0	6.2246.46	2
4	0	inst: 0.0	2915.5	2915.5	30.5 95.69	2

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3 , 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

fin:	0.0	3440.3	3440.3	45.7	75.28	2
net:	0.0	1399.4	1399.4	30.5	45.93	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)				Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Nr.	Feld	Typ	Grp		a1	a1	a2	a2	Faktor	Abstand	Länge
2	1	1	A 1		0.00	4.13			1.00		
3	2	1	A 1		0.00	4.13			1.00		
4	3	1	A 1		0.00	4.13			1.00		
5	4	1	A 1		0.00	4.13			1.00		
Kragarm											
1	Krli	1	A 1		0.00	4.13			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 5 Lasten

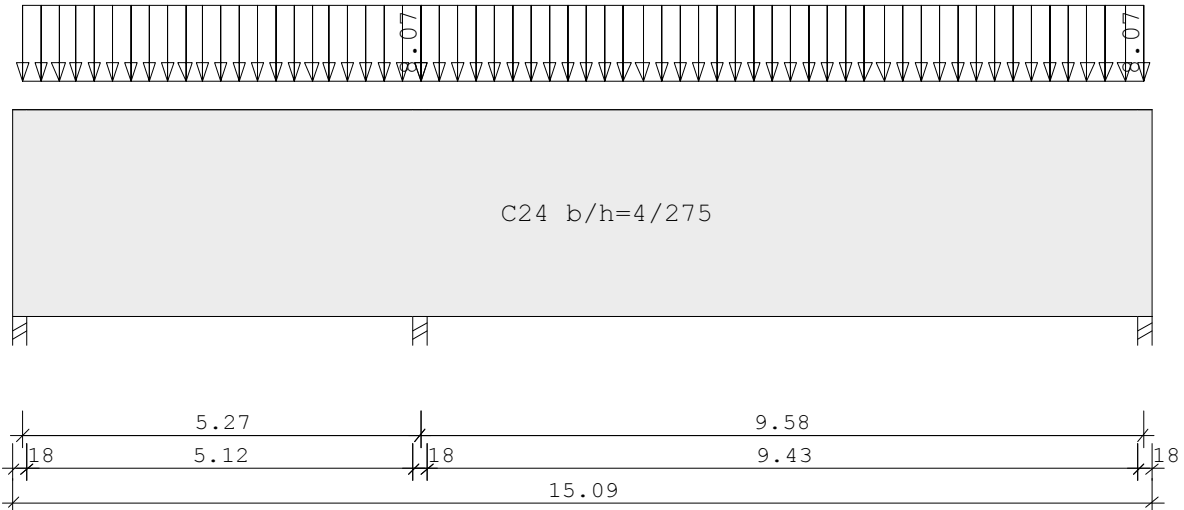
Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	x
3	.	x
4	.	x
5	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten je einzeln alternierend mit $\gamma_{G1} = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Position: Teil B Deckenscheibe EG y-Richtung

Durchlaufträger DLT10 02/2022/C (FRILO R-2023-2/P09)

Maßstab 1 : 100



Holzträger über 2 Felder C24
 System Länge

Querschnittswerte

Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	Iy (cm4)
1	5.27	konstant	4.0	275.0	6.932e+6
2	9.58	konstant	4.0	275.0	6.932e+6

Feld 1 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Elastische Lader

Stütze Nr.	1	3.8 kN/m
Stütze Nr.	2	10.8 kN/m
Stütze Nr.	3	10.0 kN/m

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Typ	EG	Gr	q	l/r	q	l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A	1	0.00	8.07	1.00						
2	1	A	1	0.00	8.07	1.00						

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	x0 =	2.83	32.20	0.00	8.08	22.80	-19.73	2
2	x0 =	4.69	96.66	8.08	0.00	37.81	-39.50	2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze		M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1		0.00	0.00	0.00	22.80	22.80	0.00	2
2		0.00	0.00	-19.73	37.81	57.54	0.00	2
3		0.00	0.00	-39.50	0.00	39.50	0.00	2

Auflagerkräfte (kN)

Stütze	aus a	max a	min a	Vollast	max	min
1	0.00	22.80	0.00	22.80	22.80	0.00
2	0.00	57.54	0.00	57.54	57.54	0.00
3	0.00	39.50	0.00	39.50	39.50	0.00
Summe:	0.00	119.84	0.00	119.84	119.84	0.00

Auflagerkräfte (kN)

	Stütze 1		Stütze 2		Stütze 3	
EG	max	min	max	min	max	min
g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
A	22.8	0.0	57.5	0.0	39.5	0.0
Sum	22.8	0.0	57.5	0.0	39.5	0.0

Ergebnisse für γ-fache Lasten

Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

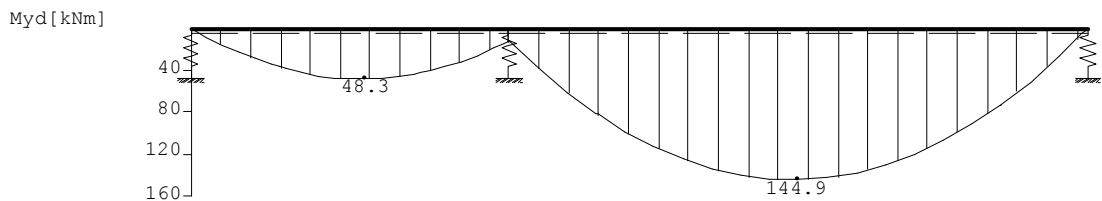
Feldmomente Maximum (kNm , kN)

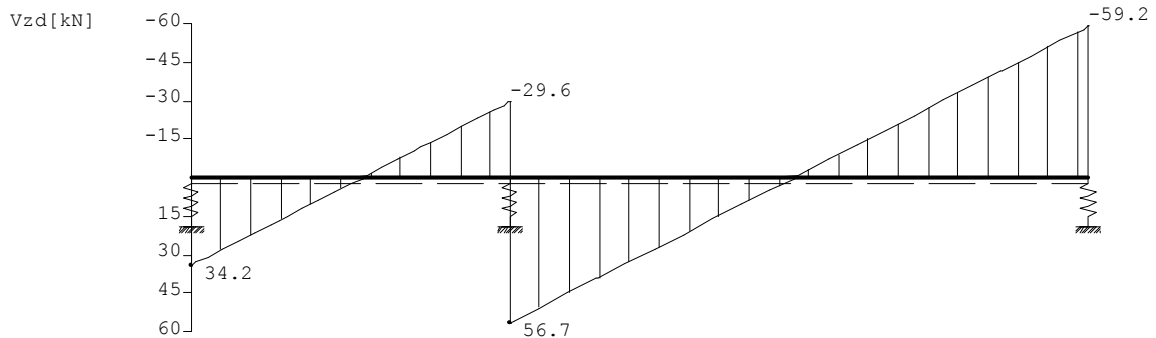
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	x0 =	2.83	48.30	0.00	12.12	34.20	-29.60	A 2
2	x0 =	4.69	144.99	12.12	0.00	56.72	-59.25	A 2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	34.20	34.20	0.00	A 2
2	0.00	0.00	-29.60	56.72	86.32	0.00	A 2
3	0.00	0.00	-59.25	0.00	59.25	0.00	A 2

Maßstab 1 : 125

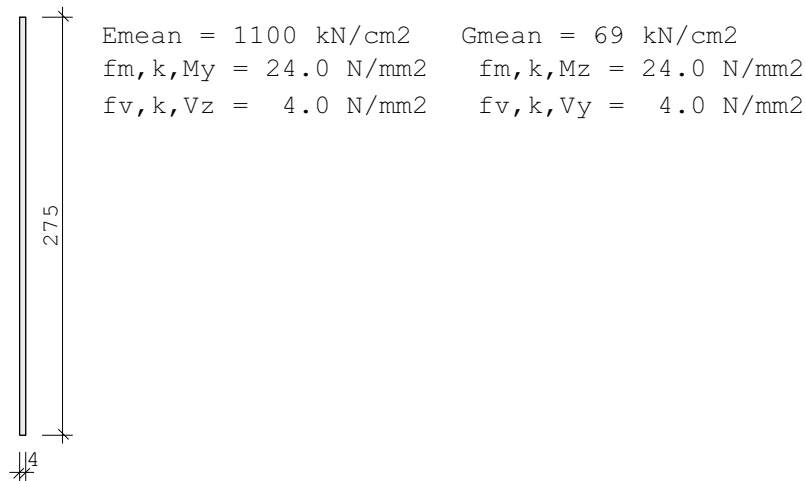




Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016

Nutzungs-kategorie 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.14)
 Normalspannungen $b/h = 4/275$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	2.83	48.30	-0.96	0.96	1.00	0.80	0.06	A 2
	5.27	12.12	-0.24	0.24	1.00	0.80	0.02	A 2
2	0.00	12.12	-0.24	0.24	1.00	0.80	0.02	A 2
	4.68	144.99	-2.88	2.88	1.00	0.80	0.19	A 2
	4.69	144.99	-2.88	2.88	1.00	0.80	0.19	A 2
	9.58	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 4/275$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	2.810	0.18	0.00	0.80	0.00 *	A 2
2 li	2.840	4.78	0.07	0.80	0.04 *	A 2
re	2.840	22.34	0.30	0.80	0.19 *	A 2
3 li	2.810	-25.23	0.34	0.80	0.22 *	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

Schubspannungen $b/h = 4/275$

Stütze Nr.	x (m)	Vz,d (kN)	τ_D (N/mm ²)	k _{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
* :kcr nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7(2) um 30% erhöht.						

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3 , 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (	wqB mm	w	zul w)	η
1	0	inst:	0.0	6079.3	6079.3	17.6346.07	2
		fin:	0.0	7173.6	7173.6	26.4272.24	2
		net:	0.0	2918.1	2918.1	17.6166.11	2
2	0	inst:	0.0	5328.1	5328.1	31.9166.85	2
		fin:	0.0	6287.2	6287.2	47.9131.26	2
		net:	0.0	2557.5	2557.5	31.9 80.09	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen
 Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten
 Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)					Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L		
Nr.	Feld	Typ	Grp		α1	α1	α2	α2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A	1	0.00	8.07			1.00		
2	2	1	A	1	0.00	8.07			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 2 Lasten

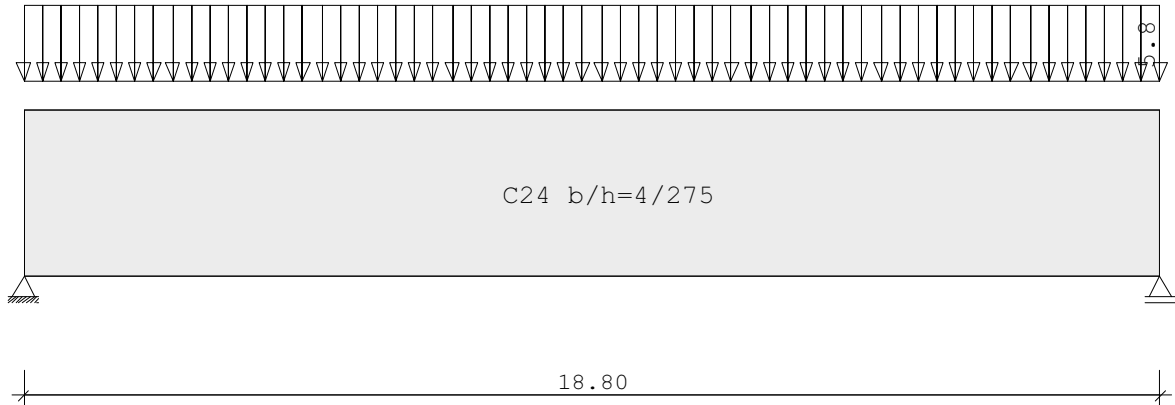
Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
 Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
 je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
 Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
 vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
 Leiteinwirkung ist.
 Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Position: Teil B Deckenscheibe OG x-Richtung

Durchlaufträger DLT10 02/2022/C (FRILO R-2023-2/P09)

Maßstab 1 : 125



Holzträger System	C24 Länge	Querschnittswerte			
Feld	L (m)	konstant	b (cm)	h (cm)	I _y (cm ⁴)
1	18.80		4.0	275.0	6.932e+6

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Typ	EG	Gr	q	l/r	q	l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A		0.00		5.80		1.00				

Einwirkungen:

Nr KI Bezeichnung
 A 1 Wohnräume

ψ_0 ψ_1 ψ_2 γ KLED
 0.70 0.50 0.30 1.50 mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld	x0 =	M _f	M _{li}	M _{re}	V _{li}	V _{re}	komb
1	9.40	256.24	0.00	0.00	54.52	-54.52	2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	M _{li}	M _{re}	V _{li}	V _{re}	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	54.52	54.52	0.00	2
2	0.00	0.00	-54.52	0.00	54.52	0.00	2

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min
1	0.00	54.52	0.00	54.52	54.52	0.00
2	0.00	54.52	0.00	54.52	54.52	0.00
Summe:	0.00	109.04	0.00	109.04	109.04	0.00

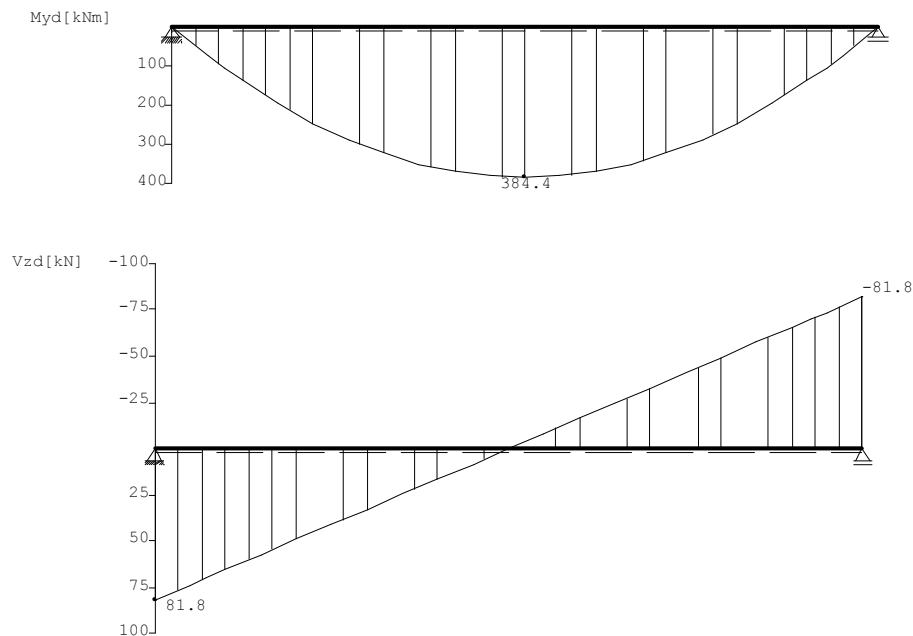
Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	0.0	0.0	0.0	0.0
A	54.5	0.0	54.5	0.0
Sum	54.5	0.0	54.5	0.0

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)							
Feld	x0 =	Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	9.40	384.37	0.00	0.00	81.78	-81.78	A 2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)							
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	81.78	81.78	0.00	A 2
2	0.00	0.00	-81.78	0.00	81.78	0.00	A 2

Maßstab 1 : 200



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016
 Nutzungsklasse 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_M(A) = 1.00$



$$\begin{aligned} E_{\text{mean}} &= 1100 \text{ kN/cm}^2 & G_{\text{mean}} &= 69 \text{ kN/cm}^2 \\ f_{m,k,My} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 & f_{m,k,Mz} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{v,k,Vz} &= 4.0 \text{ N/mm}^2 & f_{v,k,Vy} &= 4.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.14)
 Normalspannungen $b/h = 4/275$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	9.40	384.37	-7.62	7.62	1.00	0.80	0.52	A 2
	18.80	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 4/275$

Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	2.750	57.86	0.79	0.80	0.49 *	A 2
2 li	2.750	-57.86	0.79	0.80	0.49 *	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

* : k_{cr} nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7(2) um 30% erhöht.

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
 (2.2.3 , 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)		wgB (	wqB mm	w	zul w)	η	
1	9400	inst:	0.0	12.4	12.4	62.7	0.20	2
		fin:	0.0	14.6	14.6	94.0	0.16	2
		net:	0.0	5.9	5.9	62.7	0.09	2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)	Lasttyp:		1=Gleichlast über L		2=Einzellast bei a		3=Einzelmoment bei a		4=Trapezlast von a - a+b		5=Dreieckslast über L		6=Trapezlast über L	
Nr.	Feld	Typ	Grp		α_1	α_1	α_2	α_2	Faktor	Abstand	Länge			
1	1	1	A	1	0.00	5.80			1.00					

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

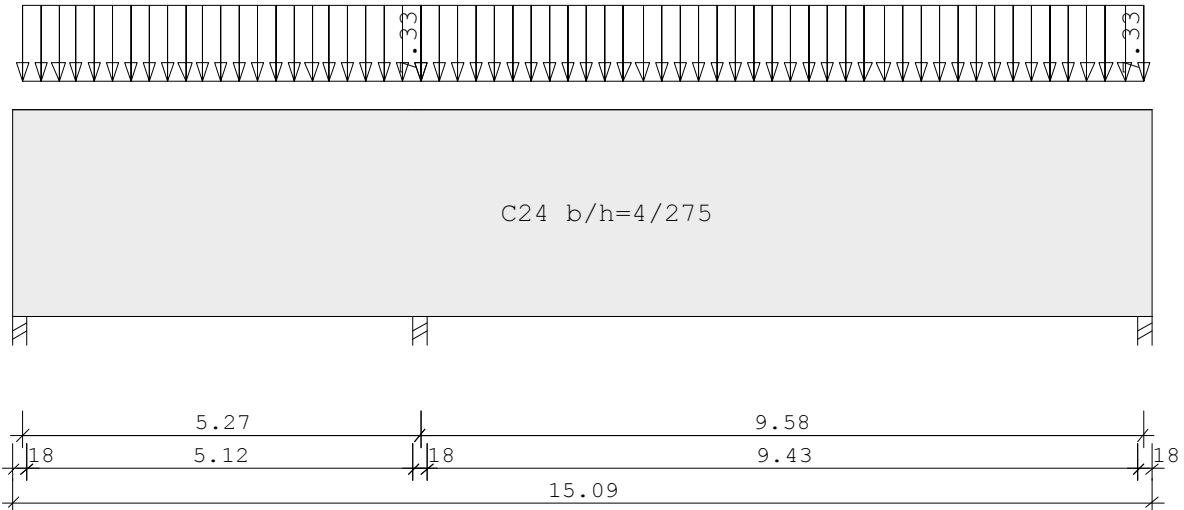
Last	K1	K2
	g	g
1	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
Leiteinwirkung ist.
Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Position: Teil B Deckenscheibe OG y-Richtung

Durchlaufträger DLT10 02/2022/C (FRILO R-2023-2/P09)

Maßstab 1 : 100



Holzträger über 2 Felder C24
 System Länge

Querschnittswerte

Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	Iy (cm4)
1	5.27	konstant	4.0	275.0	6.932e+6
2	9.58	konstant	4.0	275.0	6.932e+6

Feld 1 muß ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Elastische Lader

Stütze Nr.	1	3.8 kN/m
Stütze Nr.	2	10.8 kN/m
Stütze Nr.	3	5.2 kN/m

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L	2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L
------------------	----------	--	---

Feld	Typ	EG	Gr	q	l/r	q	l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	1	A	1	0.00	7.33	1.00						
2	1	A	1	0.00	7.33	1.00						

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ	KLED
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mf	M li	M re	V li	V re komb
1	x0 =	2.37	20.62	0.00	-10.16	17.39	-21.24 2
	x =	0.00	0.00		zug V =	0.00	0.00 1
2	x0 =	4.93	79.09	-10.16	0.00	36.17	-34.05 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze			M li	M re	V li	V re	max F min F komb
1			0.00	0.00	0.00	17.39	17.39 0.00 2
2			-10.16	-10.16	-21.24	36.17	57.41 0.00 2
3			0.00	0.00	-34.05	0.00	34.05 0.00 2

Auflagerkräfte							(kN)
Stütze	aus q	max q	min q	Vollast	max	min	
1	0.00	17.39	0.00	17.39	17.39	0.00	
2	0.00	57.41	0.00	57.41	57.41	0.00	
3	0.00	34.05	0.00	34.05	34.05	0.00	
Summe:	0.00	108.85	0.00	108.85	108.85	0.00	

Auflagerkräfte							(kN)
EG	Stütze 1		Stütze 2		Stütze 3		
	max	min	max	min	max	min	
g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
A	17.4	0.0	57.4	0.0	34.1	0.0	
Sum	17.4	0.0	57.4	0.0	34.1	0.0	

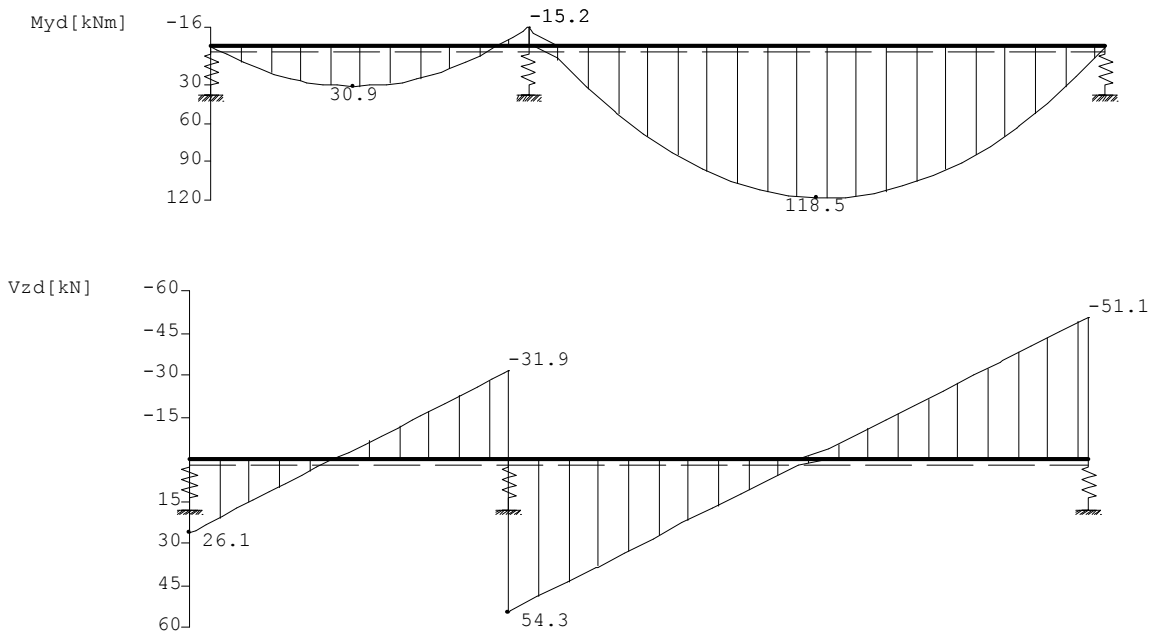
Ergebnisse für γ-fache Lasten Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re komb
1	x0 =	2.37	30.93	0.00	-15.24	26.08	-31.86 A 2
	x =	0.00	0.00		zug V =	0.00	0.00 1
2	x0 =	4.93	118.63	-15.24	0.00	54.26	-51.08 A 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze			Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F min F komb
1			0.00	0.00	0.00	26.08	26.08 0.00 A 2
2			-15.24	-15.24	-31.86	54.26	86.12 0.00 A 2
3			0.00	0.00	-51.08	0.00	51.08 0.00 A 2

Schnittgrößen bei x						
Feld	1	x0 =	0.00	m max Myd =	0.00 kNm	zug Vz = 0.00 kN
				min Myd =	0.00 kNm	zug Vz = 0.00 kN
				max Vz d =	26.08 kN	zug My = 0.00 kNm
				min Vz d =	0.00 kN	zug My = 0.00 kNm

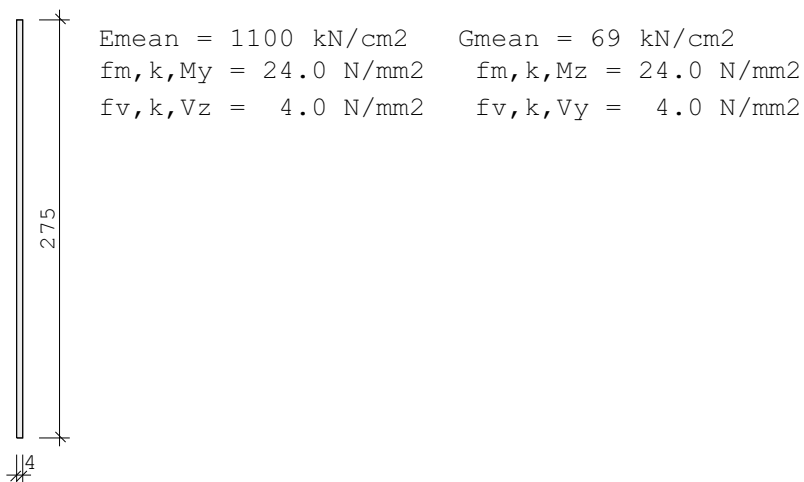
Maßstab 1 : 125



Bemessung: DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 C24
 basierend auf EN 1995-1-1/A2:2014

Materialnorm: EN 338:2016

Nutzungsklasse 1 $k_{def} = 0.60$ $\gamma_M = 1.30$ $\gamma_{M(A)} = 1.00$



Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.14)
 Normalspannungen $b/h = 4/275$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	My,d (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	kcrit	kmod	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1
	2.37	30.93	-0.61	0.61	1.00	0.80	0.04	A 2
	5.27	-15.24	0.30	-0.30	1.00	0.80	0.02	A 2
2	0.00	-15.24	0.30	-0.30	1.00	0.80	0.02	A 2
	4.93	118.63	-2.35	2.35	1.00	0.80	0.16	A 2

Spannungen mit FLBemHo901 gerechnet. (Version 9.0.4.14)
Normalspannungen $b/h = 4/275$

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Feld Nr.	x (m)	My,d (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	kcrit	kmod	$\sigma_d/f_{m,d}$	komb
9.58		0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	A 2

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 4/275$

Stütze Nr.	x (m)	Vz,d (kN)	τ_D (N/mm ²)	kmod	$\tau_d/f_{v,d}$	komb
1 re	2.810	-4.82	0.07	0.80	0.04 *	A 2
2 li	2.840	-0.64	0.01	0.80	0.01 *	A 2
re	2.840	23.03	0.31	0.80	0.20 *	A 2
3 li	2.810	-20.18	0.28	0.80	0.17 *	A 2

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.50$

* : k_{cr} nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7(2) um 30% erhöht.

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
(2.2.3, 7.2)

zul $w_{inst} < L/300$

zul $w_{fin} < L/200$

zul $w_{net} < L/300$

Feld	x1 (mm)	wgB (mm)	wqB (mm)	w	zul w	η
1	5270	inst: 0.0 fin: 0.0 net: 0.0	5316.1 6273.0 2551.7	5316.1 6273.0 2551.7	17.6302.62 26.4238.06 17.6145.26	2 2 2
2	9580	inst: 0.0 fin: 0.0 net: 0.0	6548.1 7726.8 3143.1	6548.1 7726.8 3143.1	31.9205.06 47.9161.31 31.9 98.43	2 2 2

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)				Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Nr.	Feld	Typ	Grp		q1	q1	q2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	1	A 1		0.00	7.33			1.00		
2	2	1	A 1		0.00	7.33			1.00		

Gerechnete Kombinationen aus 2 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten je einzeln alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.

Gerechnete Kombinationen aus 2 Lasten

Last K1 K2

Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Nachweis der Brettsper Holzwand

Bemessungslast:

Für die nachfolgenden Nachweise werden vereinfachend die Beanspruchungen der Variante WaL verwendet. Zunächst werden die Wandscheibenkräfte für Teil A und Teil B ermittelt. Auf der sicheren Seite liegend werden die Beanspruchungen der Variante WaL mit 20 % beaufschlagt, um geringe geometrische Exzentrizitäten zu berücksichtigen.

Ermittlung der Wandscheibenkräfte

Teil A

Gesamthorizontalkraft auf Decke

$F_x = 74 \text{ kN}$; $F_y = 74 \text{ kN}$ (aus Erdbeben)

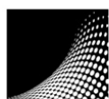
Wand	b	Lx	Ax	y	Ax*y	Ly	Ay	x	Ay*x	Hx	Hy
	m	m	m ²	m	m ³	m	m ²	m	m ³	kN	kN
A1	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,29	0,00	0,00		15,61
A2	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,29	0,00	0,00		15,61
B'2	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	0,47	12,70	5,94		25,06
B'3	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	0,34	12,70	4,30		18,12
1a	0,18	12,50	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,46	
3'b	0,18	9,93	1,79	16,22	28,99	0,00	0,00	0,00	0,00	32,94	
Summe		22,43	4,04		28,99	7,72	1,39		10,24	74,40	74,40

Teil B_{OG}

Gesamthorizontalkraft auf Decke

$F_x = 164 \text{ kN}$; $F_y = 164 \text{ kN}$ (aus Erdbeben)

Wand	b	Lx	Ax	y	Ax*y	Ly	Ay	x	Ay*x	Hx	Hy
	m	m	m ²	m	m ³	m	m ²	m	m ³	kN	kN
B'1	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	3,75	0,68	0,00	0,00		31,16
C1	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	5,88	1,06	5,27	5,58		48,86
C2	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	4,92	0,89	5,27	4,67		40,89
D1	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	5,20	0,94	14,85	13,90		43,21
1b	0,18	3,50	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,88	
1d	0,18	2,90	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,18	
4a	0,18	6,40	1,15	18,80	21,66	0,00	0,00	0,00	0,00	82,06	
Summe		12,80	2,30		21,66	19,75	3,56		24,14	164,12	164,12



Teil B_{EG}

Gesamthorizontalkraft auf Decke

F_x = 179 kN; F_y = 179 kN (aus Erdbeben)

Wand	b	Lx	Ax	y	Ax*y	Ly	Ay	x	Ay*x	Hx	Hy
	m	m	m ²	m	m ³	m	m ²	m	m ³	kN	kN
B'1	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	3,75	0,68	0,00	0,00		21,34
C'1	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	4,11	0,74	3,20	2,37		23,39
C'2	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	3,04	0,55	3,20	1,75		17,30
C1	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	5,88	1,06	5,27	5,58		33,46
C2	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	4,92	0,89	5,27	4,67		28,00
D1	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	6,48	1,17	14,85	17,32		36,88
D2	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	3,20	0,58	14,85	8,55		18,21
1b	0,18	5,50	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,65	
1c	0,18	3,70	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,93	
2a	0,18	4,40	0,79	9,14	7,24	0,00	0,00	0,00	0,00	21,32	
2b	0,18	3,76	0,68	9,14	6,19	0,00	0,00	0,00	0,00	18,22	
3a	0,18	3,42	0,62	11,00	6,77	0,00	0,00	0,00	0,00	16,57	
3b	0,18	3,28	0,59	11,00	6,49	0,00	0,00	0,00	0,00	15,89	
4a (C25/30)	0,20	6,40	1,28	18,80	24,06	0,00	0,00	0,00	0,00	31,01	
5a	0,18	2,00	0,36	23,62	8,50	0,00	0,00	0,00	0,00	9,69	
5b	0,18	4,40	0,79	23,62	18,71	0,00	0,00	0,00	0,00	21,32	
Summe		36,86	6,76		77,97	31,38	5,65		40,24	178,58	178,58

Ermittlung der Schubflüsse und Zugkräfte (Berücksichtigung Zuschlag 20 %)

Schubfluss $s_v = (H_d / \text{Wandlänge}) \times 1,2$

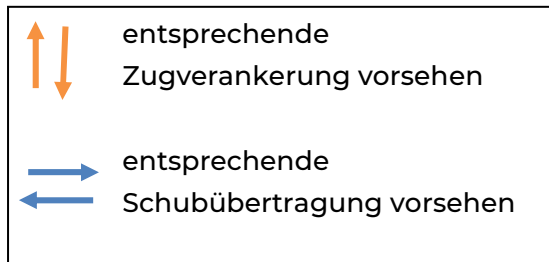
Zugkraft = $(H_d \times \text{Wandhöhe} / \text{Wandlänge}) \times 1,2$

Bei den in der Tabelle angegebenen Zugkräften wurden keine stabilisierenden ständigen Einwirkungen berücksichtigt.

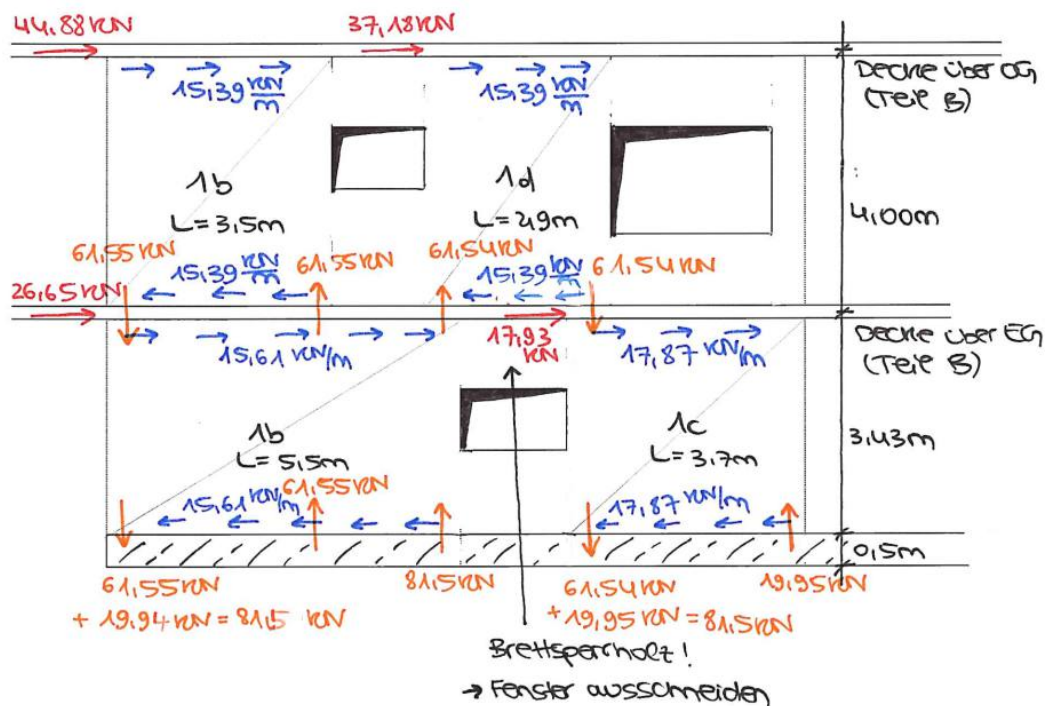
Obergeschoss											
Auflagerkräfte in X-Richtung											
Teil B					20% Zuschlag	20% Zuschlag			20% Zuschlag	20% Zuschlag	
Wände	H _d aus OG-Decke [kN]		Wandlänge [m]	Schubfluss s_v Kopf [kN/m]	Schubfluss s_v Fuß [kN/m]	Wandhöhe OG [m]	Wandhöhe EG [m]	Zugkraft Wandfuß OG [kN]	Zugkraft Wandfuß EG [kN]		
1b	44,88		3,5	15,39	15,39	4	3,93	61,55	-		
1d	37,18		2,9	15,38	15,38	4	3,93	61,54	-		
4a	82,06		6,4	15,39	15,39	4	3,93	61,55	-		
Auflagerkräfte in Y-Richtung											
Teil B					20% Zuschlag	20% Zuschlag			20% Zuschlag	20% Zuschlag	
Wände	H _d aus OG-Decke [kN]		Wandlänge [m]	Schubfluss s_v Kopf [kN/m]	Schubfluss s_v Fuß [kN/m]	Wandhöhe OG [m]	Wandhöhe EG [m]	Zugkraft Wandfuß OG [kN]	Zugkraft Wandfuß EG [kN]		
B'1	31,16		3,75	9,97	9,97	4	3,93	39,88	-		
C1	48,86		5,88	9,97	9,97	4	3,93	39,89	-		
C2	40,89		4,92	9,97	9,97	4	3,93	39,89	-		
D1	43,21		5,2	9,97	9,97	4	3,93	39,89	-		

Erdgeschoss											
	Auflagerkräfte in X-Richtung										
	Teil B					20% Zuschlag	20% Zuschlag			20% Zuschlag	20% Zuschlag
Aufkantung	Wände	Hd aus OG-Decke [kN]	Hd aus EG-Decke [kN]		Wandlänge [m]	Schubfluss s_v Kopf [kN/m]	Schubfluss s_v Fuß [kN/m]	Wandhöhe OG [m]	Wandhöhe EG [m]	Zugkraft Wandfuß OG [kN]	Zugkraft Wandfuß EG [kN]
x	1b	44,88	26,65		5,5	15,61	15,61	4	3,43	61,55	81,49
x	1c	37,18	17,93		3,7	17,87	17,87	4	3,43	61,54	81,49
	2a	0	21,32		4,4	5,81	5,81	4	3,93	0,00	22,85
	2b	0	18,22		3,76	5,81	5,81	4	3,93	0,00	22,85
	3a	0	16,57		3,42	5,81	5,81	4	3,93	0,00	22,85
	3b	0	15,89		3,28	5,81	5,81	4	3,93	0,00	22,85
	4a (C25/30)	82,06	31,01		6,4	21,20	21,20	4	3,93	61,55	84,40
	5a	0	9,69		2	5,81	5,81	4	3,93	0,00	22,85
	5b	0	21,32		4,4	5,81	5,81	4	3,93	0,00	22,85
	Teil A					20% Zuschlag	20% Zuschlag			20% Zuschlag	20% Zuschlag
	Wände	Hd aus OG-Decke [kN]	Hd aus EG-Decke [kN]		Wandlänge [m]	Schubfluss s_v Kopf [kN/m]	Schubfluss s_v Fuß [kN/m]	Wandhöhe OG [m]	Wandhöhe EG [m]	Zugkraft Wandfuß OG [kN]	Zugkraft Wandfuß EG [kN]
x	1a	0	41,46		12,5	3,98	3,98	0	4,83	-	19,22
x	3'b	0	32,94		9,93	3,98	3,98	0	4,83	-	19,23
	Auflagerkräfte in Y-Richtung										
	Teil B					20% Zuschlag	20% Zuschlag			20% Zuschlag	20% Zuschlag
	Wände	Hd aus OG-Decke [kN]	Hd aus EG-Decke [kN]		Wandlänge [m]	Schubfluss s_v Kopf [kN/m]	Schubfluss s_v Fuß [kN/m]	Wandhöhe OG [m]	Wandhöhe EG [m]	Zugkraft Wandfuß OG [kN]	Zugkraft Wandfuß EG [kN]
x	B'1	31,16	21,34		3,75	16,80	16,80	4	3,43	39,88	63,31
x	C'1	0	23,39		4,11	6,83	6,83	4	3,43	0,00	23,42
x	C'2	0	17,3		3,04	6,83	6,83	4	3,43	0,00	23,42
	C1	48,86	33,46		5,88	16,80	16,80	4	3,93	39,89	66,72
	C2	40,89	28		4,92	16,80	16,80	4	3,93	39,89	66,73
x	D1	43,21	36,88		6,48	14,83	14,83	4	3,43	39,89	63,31
x	D2	0	18,21		3,2	6,83	6,83	4	3,43	0,00	23,42
	Teil A					20% Zuschlag	20% Zuschlag			20% Zuschlag	20% Zuschlag
	Wände	Hd aus OG-Decke [kN]	Hd aus EG-Decke [kN]		Wandlänge [m]	Schubfluss s_v Kopf [kN/m]	Schubfluss s_v Fuß [kN/m]	Wandhöhe OG [m]	Wandhöhe EG [m]	Zugkraft Wandfuß OG [kN]	Zugkraft Wandfuß EG [kN]
x	A1	0	15,61		1,62	11,56	11,56	0	4,83	-	55,85
x	A2	0	15,61		1,62	11,56	11,56	0	4,83	-	55,85
x	B'2	0	25,06		2,6	11,57	11,57	0	1,5	14,46	14,46
x	B'3	0	18,12		1,88	11,57	11,57	0	1,5	14,46	14,46

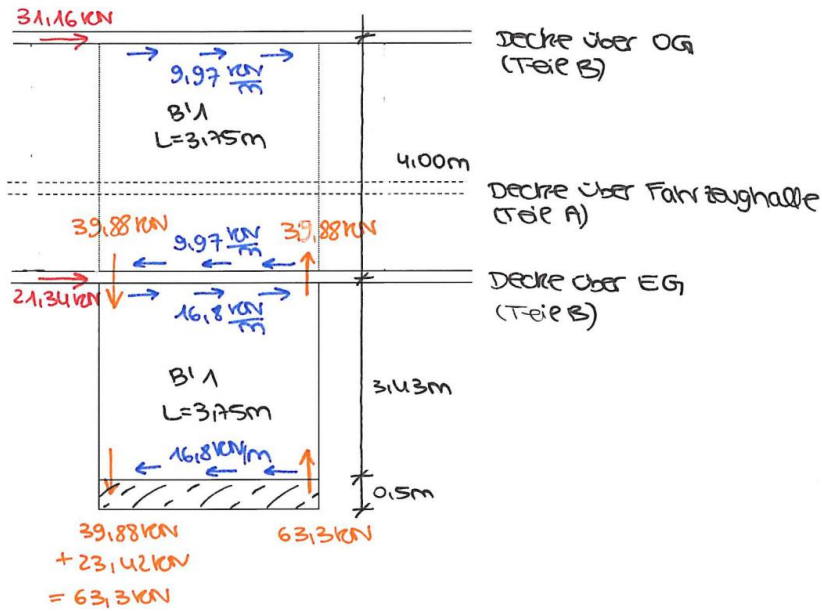
An jeder aussteifenden Wand ist jeweils am Wandende die entsprechend gewählte Zugverankerung und entlang der Wand die entsprechend gewählte Verbindung zur Schubübertragung vorzusehen. Die nachfolgend dargestellten Wände bilden Ausnahmen:



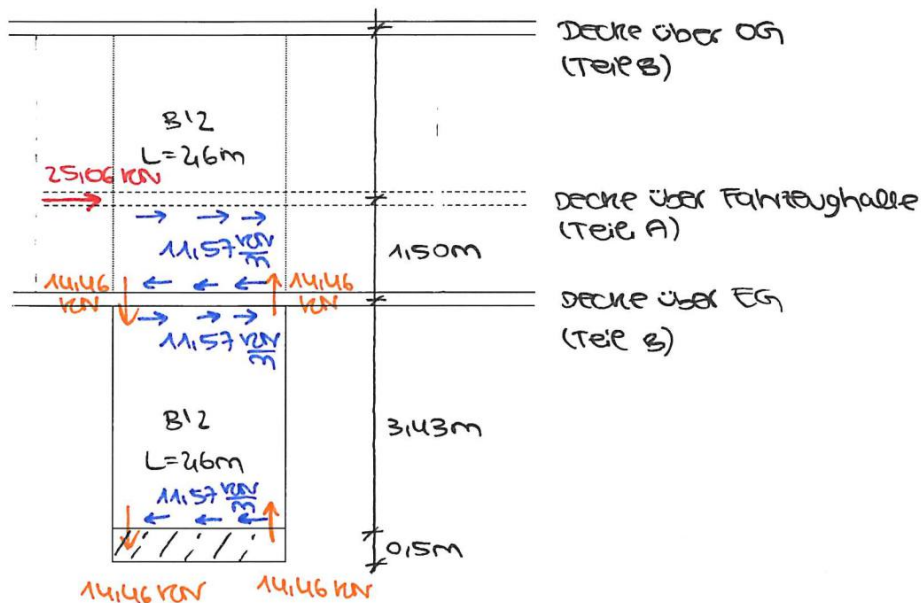
Wand 1b, 1c, 1d:



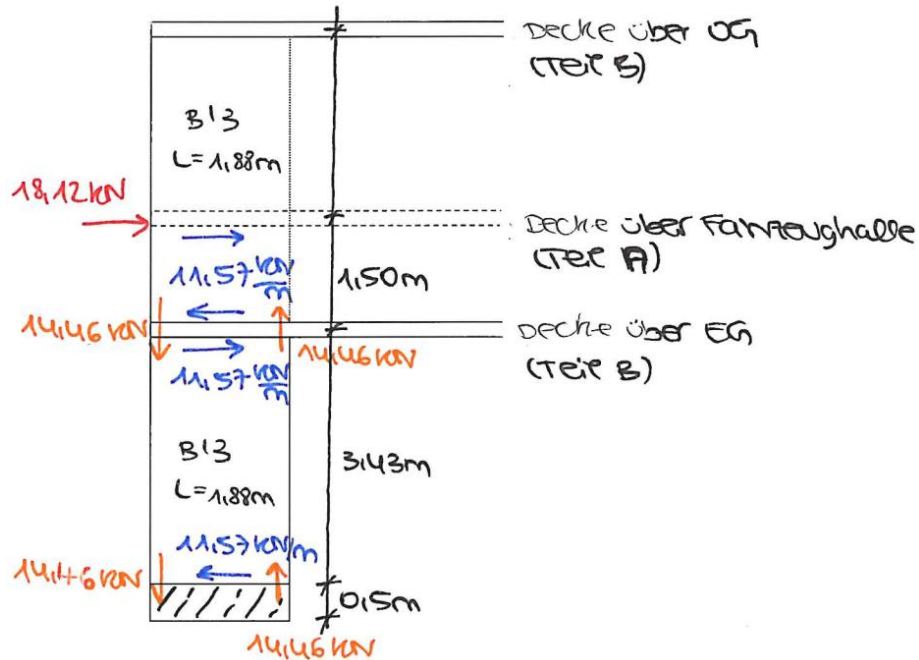
Wand B'1:



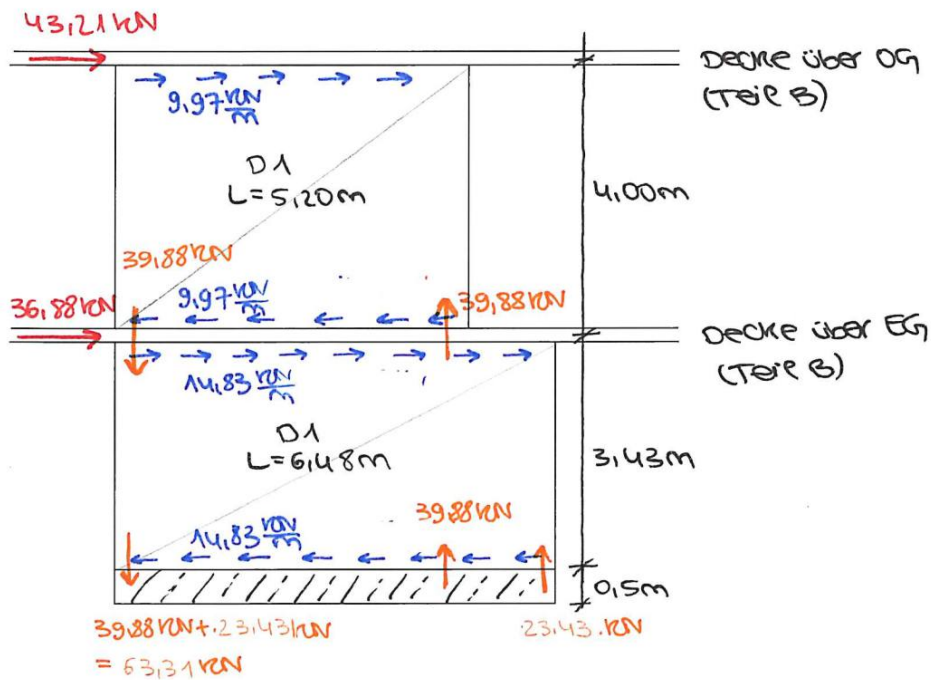
Wand B'2



Wand B'3:



Wand D1:



Zugverankerung:

- Geschossstoß

Innen- und Außenwände:

gewählt (je Wandende):

1x WHT Plate T „WHTPT820“ der Firma
 Rothoblaas mit
 40 + 40 HBS PLATE Schrauben Ø8x80
 oder glw.

Für die Wände, an die Brandschutzanforderungen F30 gestellt werden, sind die Verbindungen ebenfalls auf F30 auszulegen!

Brandschutzanforderung:

F30

betroffene Wände:

B'1, B'2, B'3, C'1

Die Stahlbauteile sowie die Verbindungsmittel aus Stahl müssen entsprechend verkleidet oder mit einem F30-Anstrich versehen werden.

$$\max. Z_d = 61,55 \text{ kN}; \max. D = 20 \text{ cm} + 1,8 \text{ cm} = 21,8 \text{ cm}$$

ART.-NR.	D	H _{max} Decke
	[mm]	[mm]
WHTPT600	212	200
WHTPT720	212	200
WHTPT820	252	240

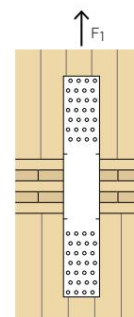
D = max. zulässiger Abstand zwischen den
 BSP-Wandplatten

$$D_{zul} = 25,2 \text{ cm} \geq D_{vorh} = 21,8 \text{ cm}$$

■ STATISCHE WERTE | ZUGVERBINDUNG | HOLZ-HOLZ

WHT PLATE T

ART.-NR.	R _{1,k} HOLZ			R _{1,k} STAHL	
	Befestigung Löcher Ø11		R _{1,k} timber [kN]	R _{1,k} steel	
	HBS PLATE Ø x L [mm]	n _v [Stk.]		[kN]	Y _{steel}
WHTPT600	Ø8,0 x 80	15 + 15	56,8	80,3	YM2
	Ø8,0 x 100	15 + 15	62,1		
WHTPT720	Ø8,0 x 80	28 + 28	104,7	135,9	YM2
	Ø8,0 x 100	28 + 28	115,8		
WHTPT820	Ø8,0 x 80	40 + 40	158,5	206,6	YM2
	Ø8,0 x 100	40 + 40	176,1		



Nachweis:

$$R_{1,d} = \min. (R_{1,d \text{ timber}}; R_{1,d \text{ steel}}) \geq Z_d$$

$$R_{1,d \text{ timber}} = 1,0 \times 158,5 \text{ kN} / 1,3 = 121,9 \text{ kN}$$

$$R_{1,d \text{ steel}} = 206,6 \text{ kN} / 1,25 = 165,3 \text{ kN}$$

$$R_{1,d} = 121,9 \text{ kN} \geq 61,55 \text{ kN}$$

Sonderfall: Wand 4a

gewählt (je Wandende):

HEB 120

2x Stahlblech $h/b/t = 110/870/40$, S235

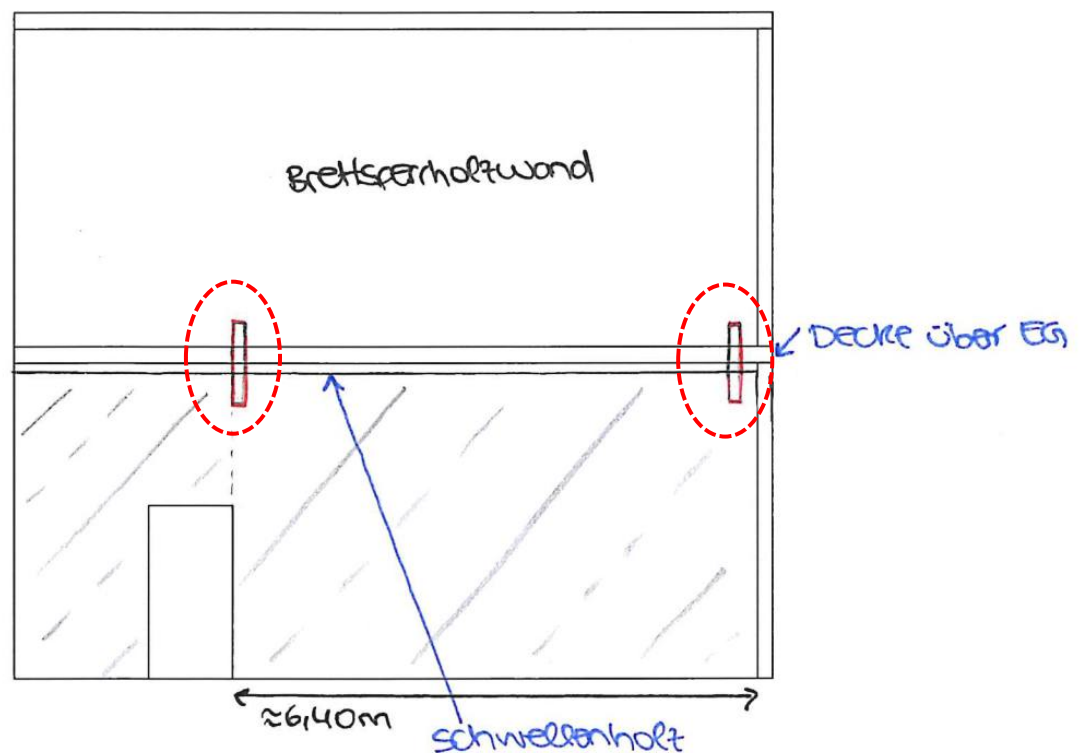
mit je 30 CNA 4x75 mm

2x Ankerplatte $h/b/t = 150/150/10$, S235

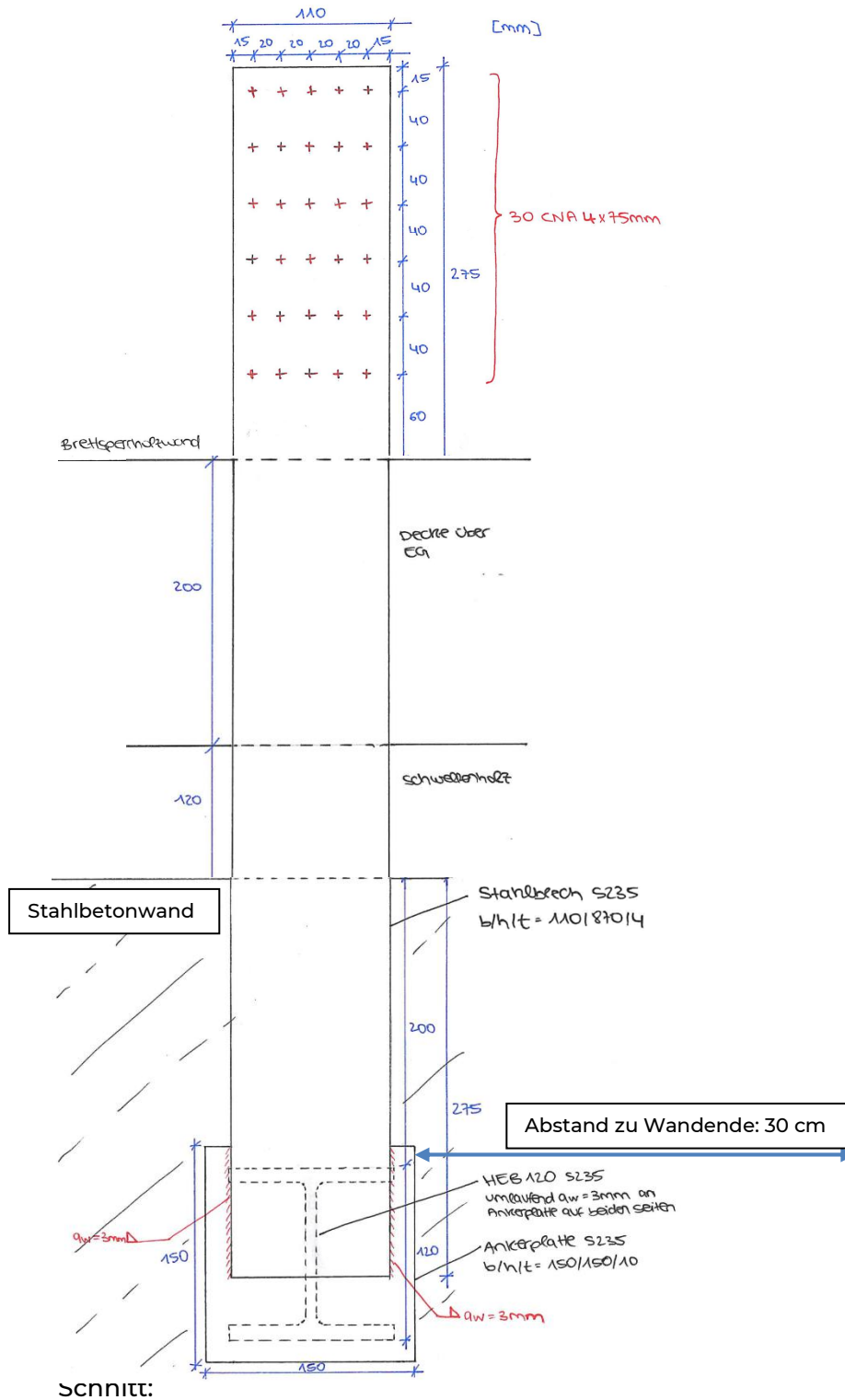
Bewehrung:

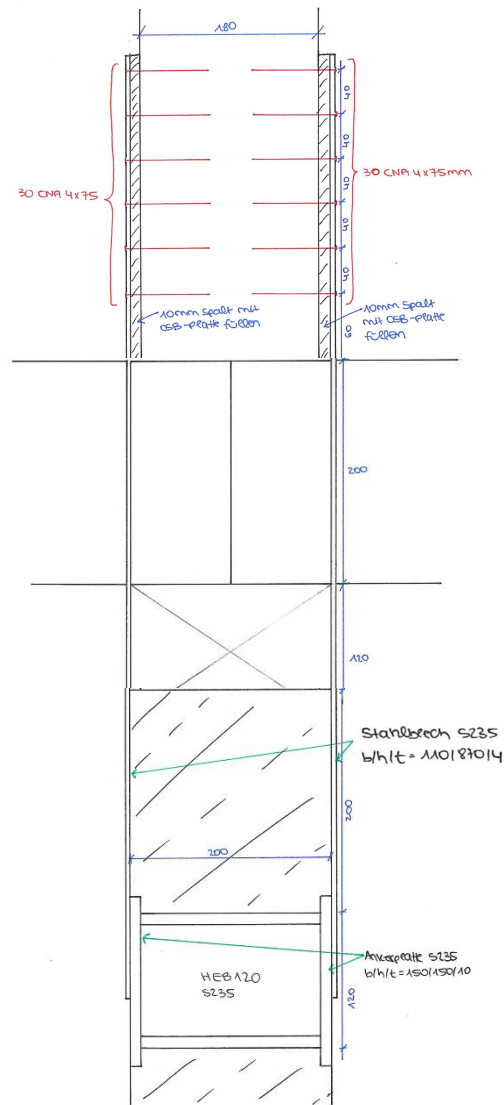
je 1Ø10 Steckbügel links und rechts des HEB 120

bezüglich des Schwellholzes: siehe Schubübertragung – Sonderfall: Wand 4a



Ansicht:





max. $Z_d = 61,6 \text{ kN}$ (Vernachlässigung der stabilisierenden Auflast)

Nachweise: siehe auf Bodenplatte - Wände mit Betonaufkantung (Wände A1, A2, B'1, D1, 1b, 1c)

- auf Bodenplatte

Wände ohne Betonaufkantung (Wände C1, C2):

gewählt (je Wandende): 2x WHT Zuganker „WHT540“ mit Unterlegscheibe WHTW50L (M20) der Firma Rothoblaas mit
 je 29x LBS Schraube Ø5,0 x 40
 + je 1x EPO-FIX PLUS M20 x 240
 oder glw.

maßgebend: Wand C2 (L = 4,92 m)

$$\max. Z_d = F_{d,dst} - 0,9 \times F_{d,stab} = 66,73 \text{ kN} - 0,9 \times 31,1 \text{ kN} = 38,74 \text{ kN}$$

$F_{d,stab}$ = stabilisierende Auflast aus ständigen Lasten

kleinste Deckenspannweite: 2,00 m (Einfeldträger → Lasteinfluss: 1,00 m)

$$g_{k,Decke \text{ über } OG} = (1,75 \text{ kN/m}^2 + 0,2 \text{ m} \times 5,00 \text{ kN/m}^2) \times 1 \text{ m} = 2,75 \text{ kN/m}$$




$$g_{k,Wand \text{ OG}} = 5,00 \text{ kN/m}^3 \times 0,18 \text{ m} \times 3,83 \text{ m} = 3,45 \text{ kN/m}$$

$$g_{k,Decke \text{ über } EG} = (2,0 \text{ kN/m}^2 + 0,2 \text{ m} \times 5,00 \text{ kN/m}^2) \times 1 \text{ m} = 3,00 \text{ kN/m}$$

$$g_{k,Wand \text{ EG}} = 5,00 \text{ kN/m}^3 \times 0,18 \text{ m} \times 3,83 \text{ m} = 3,45 \text{ kN/m}$$

$$F_{d,stab} = (2,75 \text{ kN/m} + 3,45 \text{ kN/m} + 3,00 \text{ kN/m} + 3,45 \text{ kN/m}) \times 4,92 \text{ m} / 2 = 31,1 \text{ kN}$$

WHT540 - mit Unterlegscheibe WHTW50L (M20)

	R _{1,k} HOLZ				R _{1,k} STAHL		R _{1,d} BETON						
Konfiguration	Befestigung Löcher Ø5			R _{1,k} timber	R _{1,k} steel		R _{1,d} uncracked		R _{1,d} cracked		R _{1,d} seismic		
	typ	Ø x L [mm]	n _v [Stk.]		[kN]	[kN]	Y _{steel}	VIN-FIX PRO Ø x L [mm]	[kN]	EPO-FIX PLUS Ø x L [mm]	[kN]	EPO-FIX PLUS Ø x L [mm]		[kN]
• Vollausnagelung	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 40	45	70,7	63,4	Y _{M2}	M20 x 240	59,3	M20 x 240	50,2	M20 x 240	25,1	
• Unterlegscheibe WHTW50L		Ø4,0 x 60	45	86,9									
• Anker M20	LBS Schrauben	Ø5,0 x 40	45	70,7									
		Ø5,0 x 50	45	86,9									
• Teilausnagelung	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 40	29	45,5	63,4	Y _{M2}	M20 x 240	59,3	M20 x 240	50,2	M20 x 240	25,1	
• Unterlegscheibe WHTW50L		Ø4,0 x 60	29	56,0									
• Anker M20	LBS Schrauben	Ø5,0 x 40	29	45,5									
		Ø5,0 x 50	29	56,0									

Nachweis:

$$R_{1,d} = \min. (R_{1,d \text{ timber}}; R_{1,d \text{ steel}}; R_{1,d \text{ seismic}}) \geq Z_d$$

$$R_{1,d \text{ timber}} = (1,0 \times 45,5 \text{ kN} / 1,3) \times 2 = 70 \text{ kN}$$

$$R_{1,d \text{ steel}} = (63,4 \text{ kN} / 1,25) \times 2 = 101,4 \text{ kN}$$

$$R_{1,d \text{ seismic}} = 25,1 \text{ kN} \times 2 = 50,2 \text{ kN}$$

$$R_{1,d} = 50,2 \text{ kN} \geq 38,74 \text{ kN}$$

Wände ohne Betonaufkantung (Wände 2a, 2b, 3a, 3b, 5a, 5b):

gewählt (je Wandende): 1x WHT Zuganker „WHT540“ mit Unterlegscheibe WHTW50L (M20) der Firma Rothoblaas mit
 je 29x LBS Schraube Ø5,0 x 40
 + je 1x EPO-FIX PLUS M20 x 240
 oder glw.

max. $Z_d = 22,85 \text{ kN}$ (stabilisierende Auflast vernachlässigt)

WHT540 - mit Unterlegscheibe WHTW50L (M20)

Konfiguration	R _{1,k} HOLZ				R _{1,k} STAHL		R _{1,d} BETON					
	Befestigung Löcher Ø5			R _{1,k} timber	R _{1,k} steel		R _{1,d} uncracked		R _{1,d} cracked		R _{1,d} seismic	
	typ	Ø x L	n _v		[kN]	Y _{steel}	VIN-FIX PRO Ø x L	[kN]	EPO-FIX PLUS Ø x L	[kN]	EPO-FIX PLUS Ø x L	[kN]
<ul style="list-style-type: none"> Vollausnagelung Unterlegscheibe WHTW50L Anker M20 	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 40	45	70,7	63,4	Y _{M2}	M20 x 240	59,3	M20 x 240	50,2	M20 x 240	25,1
		Ø4,0 x 60	45	86,9								
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 40	45	70,7								
		Ø5,0 x 50	45	86,9								
<ul style="list-style-type: none"> Teilausnagelung Unterlegscheibe WHTW50L Anker M20 	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 40	29	45,5	63,4	Y _{M2}	M20 x 240	59,3	M20 x 240	50,2	M20 x 240	25,1
		Ø4,0 x 60	29	56,0								
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 40	29	45,5								
		Ø5,0 x 50	29	56,0								

Nachweis:

$$R_{1,d} = \min. (R_{1,d \text{ timber}}; R_{1,d \text{ steel}}; R_{1,d \text{ seismic}}) \geq Z_d$$

$$R_{1,d \text{ timber}} = 1,0 \times 45,5 \text{ kN} / 1,3 = 35 \text{ kN}$$

$$R_{1,d \text{ steel}} = 63,4 \text{ kN} / 1,25 = 50,72 \text{ kN}$$

$$R_{1,d \text{ seismic}} = 25,1 \text{ kN}$$

$$R_{1,d} = 25,1 \text{ kN} \geq 22,85 \text{ kN}$$

Wände mit Betonaufkantung (Wände 1a, 3'b, B'2, B'3, D2, C'1, C'2):

gewählt (je Wandende): 1x WHT PLATE C „WHTPLATE540“ der Firma Rothoblaas mit
je 30x LBS Schraube Ø5,0 x 60
+ je 2x EPO-FIX PLUS M16 x 136
oder glw.

Bewehrung: je 1Ø10 Bügel links und rechts der WHT Plate

Für die Wände, an die Brandschutzanforderungen F30 gestellt werden, sind die Verbindungen ebenfalls auf F30 auszulegen!

Brandschutzanforderung: F30

betroffene Wände: B'2, B'3, C'1

Die Stahlbauteile sowie die Verbindungsmittel aus Stahl müssen entsprechend verkleidet oder mit einem F30-Anstrich versehen werden.

maßgebend: Wand D2 (L = 3,2 m)

$$\max. Z_d = F_{d,dst} - 0,9 \times F_{d,stb} = 23,42 \text{ kN} - 0,9 \times 4,94 \text{ kN} = 19,0 \text{ kN}$$

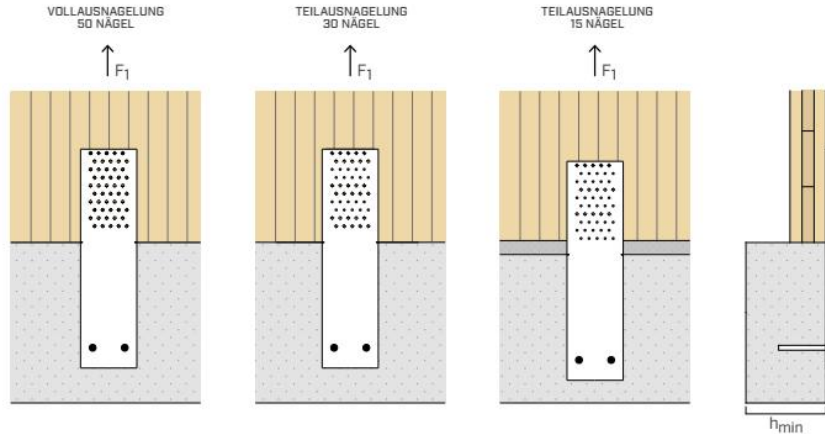
$F_{d,stb}$ = stabilisierende Auflast aus ständigen Lasten

kein Lasteinfluss aus Decke, da parallel zu Deckenspannrichtung

$$g_{k,Wand\ EG} = 5,00 \text{ kN/m}^3 \times 0,18 \text{ m} \times 3,43 \text{ m} = 3,09 \text{ kN/m}$$

$$F_{d,stb} = 3,09 \text{ kN/m} \times 3,2 \text{ m} / 2 = 4,94 \text{ kN}$$

WHTPLATE540



MINDESTBREITE BETON $h_{\min} \geq 150 \text{ mm}$

Konfiguration	$R_{1,K} \text{ HOLZ}$				$R_{1,K} \text{ STAHL}$		$R_{1,d} \text{ BETON}^{(3)}$					
	Befestigung Löcher Ø5			$R_{1,k} \text{ timber}$ [kN]	$R_{1,k} \text{ steel}$ [kN] γ_{steel}		$R_{1,d} \text{ uncracked}$ EPO-FIX PLUS Ø x L [mm] [kN]		$R_{1,d} \text{ cracked}$ EPO-FIX PLUS Ø x L [mm] [kN]		$R_{1,d} \text{ seismic}$ EPO-FIX PLUS Ø x L [mm] [kN]	
	typ	Ø x L [mm]	n_v [Stk.]									
• Vollausnagelung • 2 Anker M16	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	50	83,5	70,6	γ_{M2}	M16 x 136	39,6	M16 x 136	28,0	M16 x 136	23,8
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 60	50	81,6								
• Teilausnagelung ⁽²⁾ 30 Nägel • 2 Anker M16	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	30	70,8								
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 60	30	69,9								
• Teilausnagelung ⁽²⁾ 15 Nägel • 2 Anker M16	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	15	35,4								
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 60	15	35,0								

Nachweis:

$$R_{1,d} = \min. (R_{1,d} \text{ timber}; R_{1,d} \text{ steel}; R_{1,d} \text{ seismic}) \geq Z_d$$

$$R_{1,d} \text{ timber} = 1,0 \times 69,9 \text{ kN} / 1,3 = 53,8 \text{ kN}$$

$$R_{1,d} \text{ steel} = 70,6 \text{ kN} / 1,25 = 56,5 \text{ kN}$$

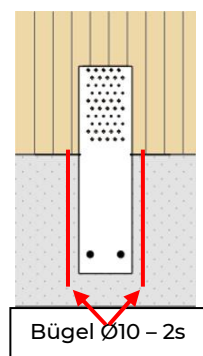
$$R_{1,d} \text{ seismic} = 23,8 \text{ kN}$$

$$R_{1,d} = 23,8 \text{ kN} \geq 19,0 \text{ kN}$$

$$\text{erf. } A_{sw} = 19 \text{ kN} / 43,5 \text{ kN/cm}^2 = 0,44 \text{ cm}^2$$

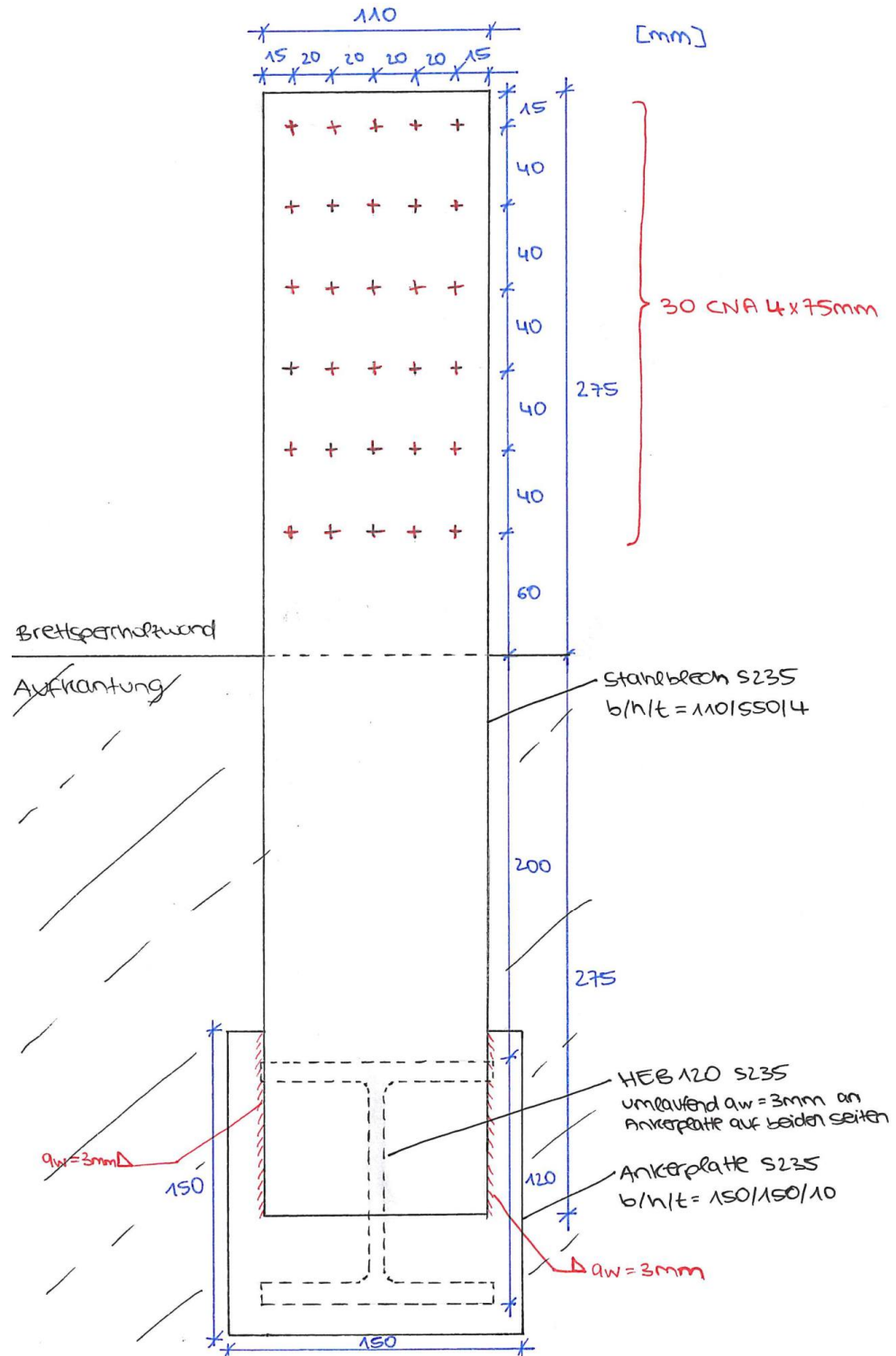
→ gewählt: 2Ø10 Bügel – 2s

(1x links und 1x rechts der WHT Plate)

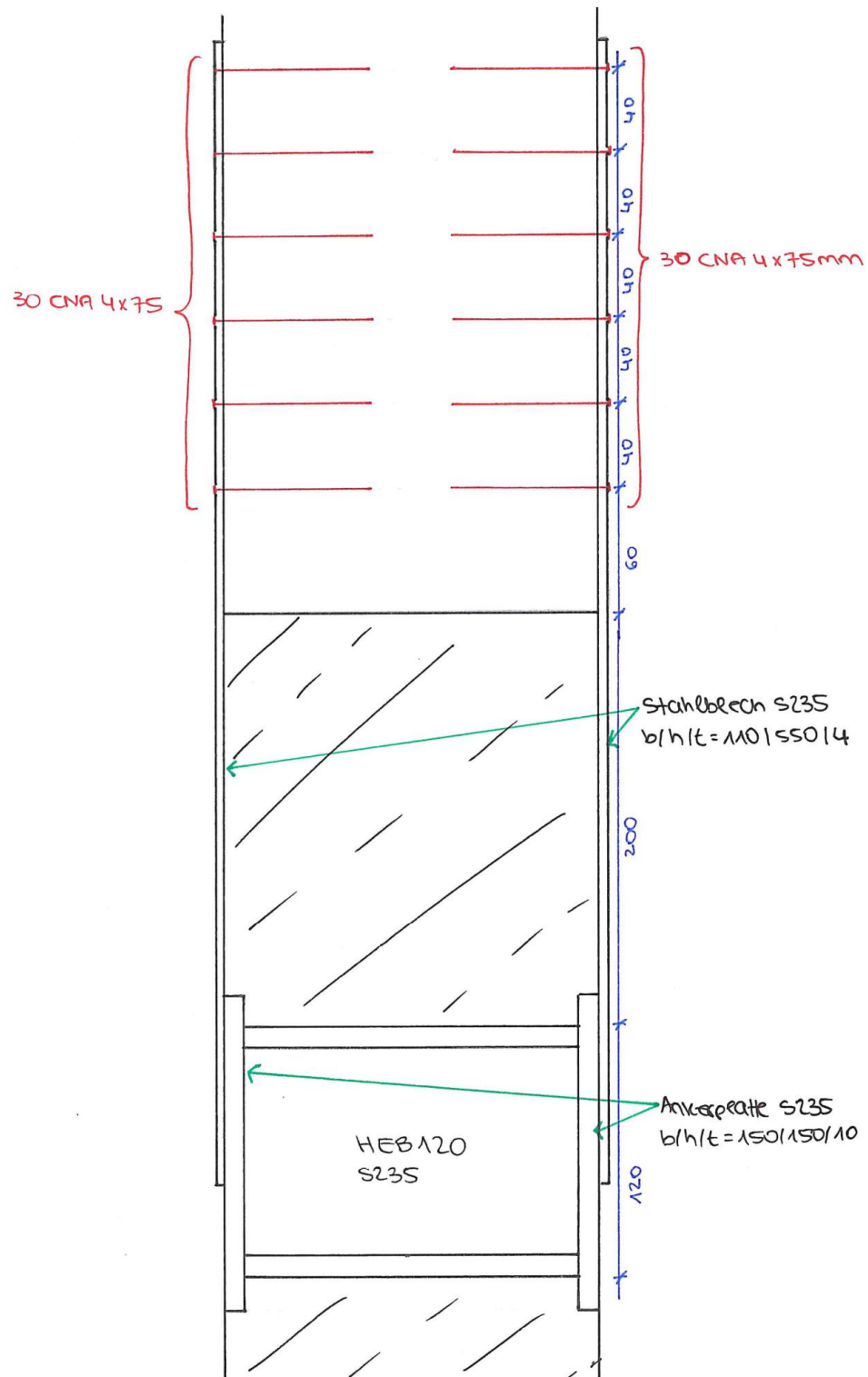


Wände mit Betonaufkantung (Wände A1, A2, B'1, D1, 1b, 1c)

Ansicht:



Schnitt:



maßgebend: Wand 1c (L = 3,70 m)

$$\max. Z_d = F_{d,dst} - 0,9 \times F_{d,stb} = 81,50 \text{ kN} - 0,9 \times 12,00 \text{ kN} = 70,7 \text{ kN} \approx 75 \text{ kN}$$

$F_{d,stb}$ = stabilisierende Auflast aus ständigen Lasten

Deckenspannweite: 3,05 m (2-Feldträger Endfeld → Lasteinfluss: $0,375 \times 3,05 \text{ m} = 1,14 \text{ m}$)

$$g_{k, \text{Decke über EG}} = (2,0 \text{ kN/m}^2 + 0,2 \text{ m} \times 5,00 \text{ kN/m}^2) \times 1,14 \text{ m} = 3,40 \text{ kN/m}$$

$$g_{k, \text{Wand EG}} = 5,00 \text{ kN/m}^3 \times 0,18 \text{ m} \times 3,43 \text{ m} = 3,09 \text{ kN/m}$$

Lasteinfluss aus OG vernachlässigt

$$F_{d,stb} = (3,40 \text{ kN/m} + 3,09 \text{ kN/m}) \times 3,70 \text{ m} / 2 = 12,00 \text{ kN}$$

Nachweis Stahlprofil:

gewählt: HEB 120

$$\max. \tau_{Ed} = \frac{\max. V_{Ed}}{A_W} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3}} = \frac{23,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{\sqrt{3}} = 13,56 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$A_W \geq \frac{\max. V_{Ed}}{13,56 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} = \frac{75 \text{ kN}}{13,56 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} = 5,53 \text{ cm}^2$$

$$A_{W, \text{HEB120}} = 6,37 \text{ cm}^2 \geq 5,53 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

Nachweis Betonpressung:

$$\max. Z_d / A \leq f_{cd}$$

$$75 \text{ kN} / (18 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}) = 0,35 \text{ kN/cm}^2 \leq 1,42 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$$

Nachweis Vernagelung:

gewählt: 2x 30 CNA 4x75 mm

zweischrittige Verbindung

Mindesteinschlagtiefe für vollwertige Scherfuge: $t_{E, \text{req}} = 9d$

$$t_{E, \text{req}} = 9d = 36 \text{ mm} \leq t = 75 \text{ mm} - 4 \text{ mm} = 71 \text{ mm} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

Für die Mindestabstände der Nägel untereinander und von den Rändern werden die Vorgaben der DIN EN 1995-1-1 für die Faserrichtung der Decklage der Brettspertholzwand berücksichtigt. Die Fasern der Decklage verlaufen vertikal (parallel zur Kraftrichtung).

	Mindestabstand	gewählt
a_1	$(5 + 5 \cos(\alpha)) \times d = 10d = 40 \text{ mm}$	40 mm
a_2	$5d = 20 \text{ mm}$	20 mm
$a_{3,t}$	$(10 + 5 \times \cos(\alpha)) \times d = 15d = 60 \text{ mm}$	60 mm
$a_{4,c}$	$5d = 20 \text{ mm}$	$\geq 20 \text{ mm}$

mit $d = 4 \text{ mm}$

$F_{v,Rk} \geq \max. Z_d / 2 = 37,5 \text{ kN}$ (zweischnittige Verbindung)

$F_{v,Rk} = n_{ef} \times F_{lat,Rk}$ (aus ETA-04/0013) $\times k_{mod} / \gamma_M$

mit $n_{ef} = n^{0,85}$ ($a_1 \geq 10 d = 40 \text{ mm}$) je Nagelreihe (gewählt: 5 Reihen à 6 Nägel)

$n_{ef} = 6^{0,85} \times 5 = 22,9$

$F_{lat,Rk} = 2,5 \text{ kN}$ (aus ETA-04/0013)

$F_{v,Rk} = 22,9 \times 2,5 \text{ kN} \times 1,0 / 1,3 = 44,0 \text{ kN} \geq 37,5 \text{ kN} \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$

Nachweis Stahlblech:

$b/h/t = 110/550/4 \text{ mm}$, S235

$$N_{t,Rd} = \min \left\{ \frac{A \cdot f_y}{1,0}; \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{1,25} \right\}$$

$$= \min \left\{ \frac{11 \text{ cm} \cdot 0,4 \text{ cm} \cdot 23,5 \text{ kN/cm}^2}{1,0}; \frac{0,9 \cdot (11 \text{ cm} - 5 \cdot 0,5 \text{ cm}) \cdot 0,4 \text{ cm} \cdot 36 \text{ kN/cm}^2}{1,25} \right\}$$

$$= \min \{ 103,4 \text{ kN}; \mathbf{88,1 \text{ kN}} \}$$

$N_{t,Rd} = 88,1 \text{ kN} \leq \max. Z_d = 75 \text{ kN} \times 0,5 = 37,5 \text{ kN} \rightarrow \text{Nachweis erfüllt!}$

Bewehrung:

erf. $A_{sw} = 75 \text{ kN} / 43,5 \text{ kN/cm}^2 = 1,72 \text{ cm}^2$

\rightarrow gewählt: 2Ø10 Bügel – 2s

(1x links und 1x rechts des HEB 120)

Schubübertragung:

- Decke auf Wand

Innen- und Außenwände OG und EG:

gewählt:

SPAX Vollgewinde 8 x 350 mm
 $e = 15 \text{ cm}$, Einschraubwinkel 30°

konstruktiv: alle nicht
aussteifenden Wände sind im

Abstand von 50 cm mit der
Decke zu verschrauben

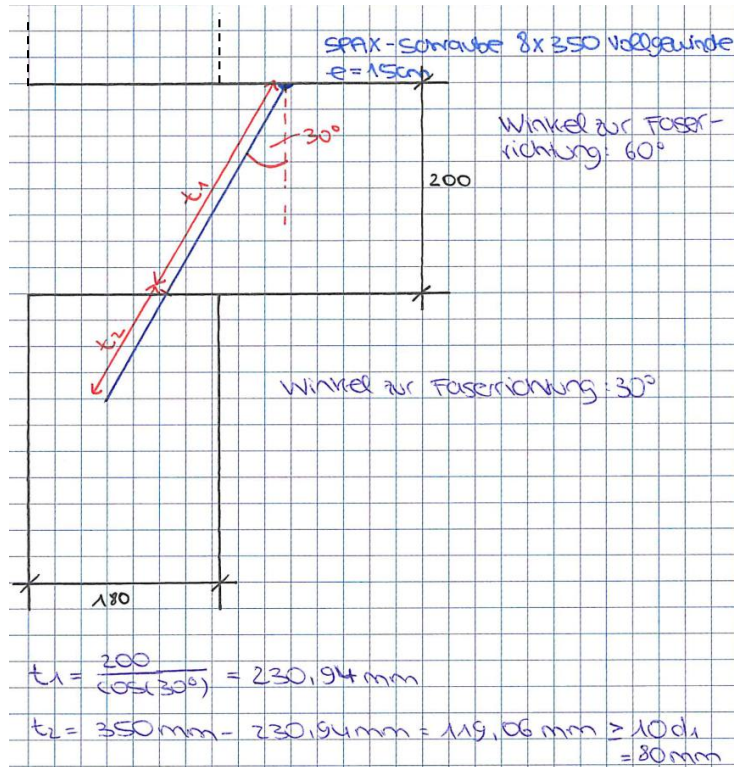
Für die Wände, an die Brandschutzanforderungen F30 gestellt werden, sind die
Verbindungen ebenfalls auf F30 auszulegen!

Brandschutzanforderung: F30

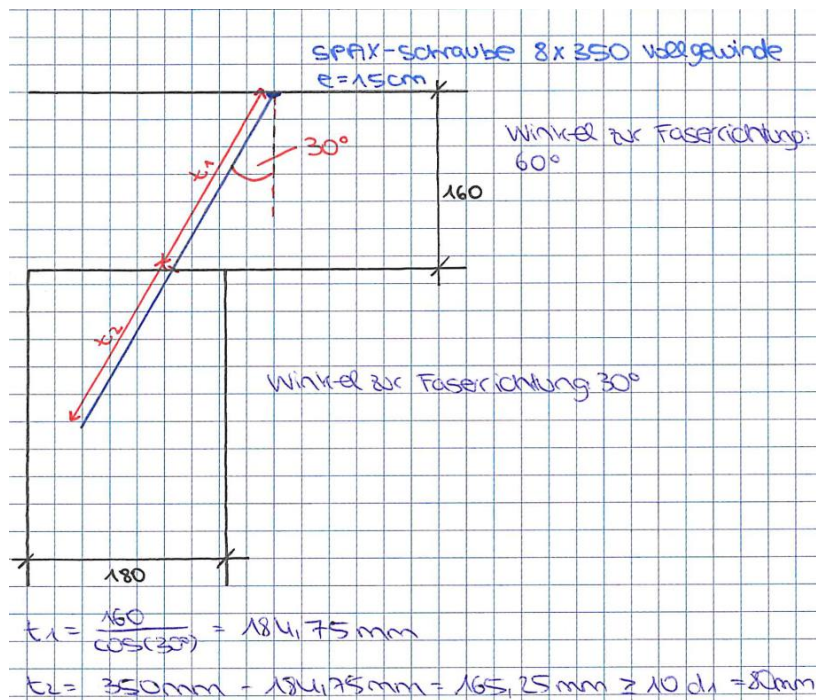
betroffene Wände: B'1, B'2, B'3, C'1

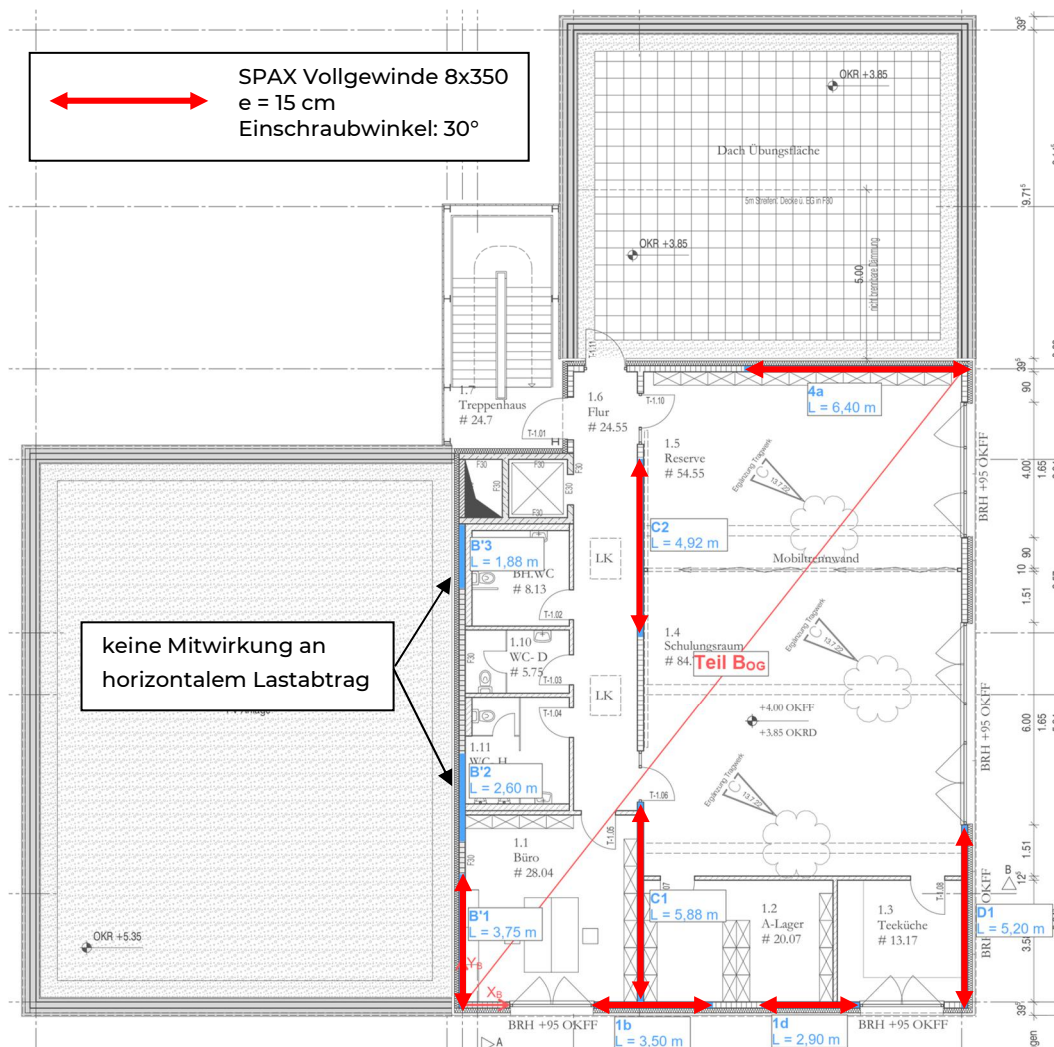
Die Stahlbauteile sowie die Verbindungsmittel aus Stahl müssen entsprechend
verkleidet oder mit einem F30-Anstrich versehen werden.

Deckenstärke $h = 20 \text{ cm}$:

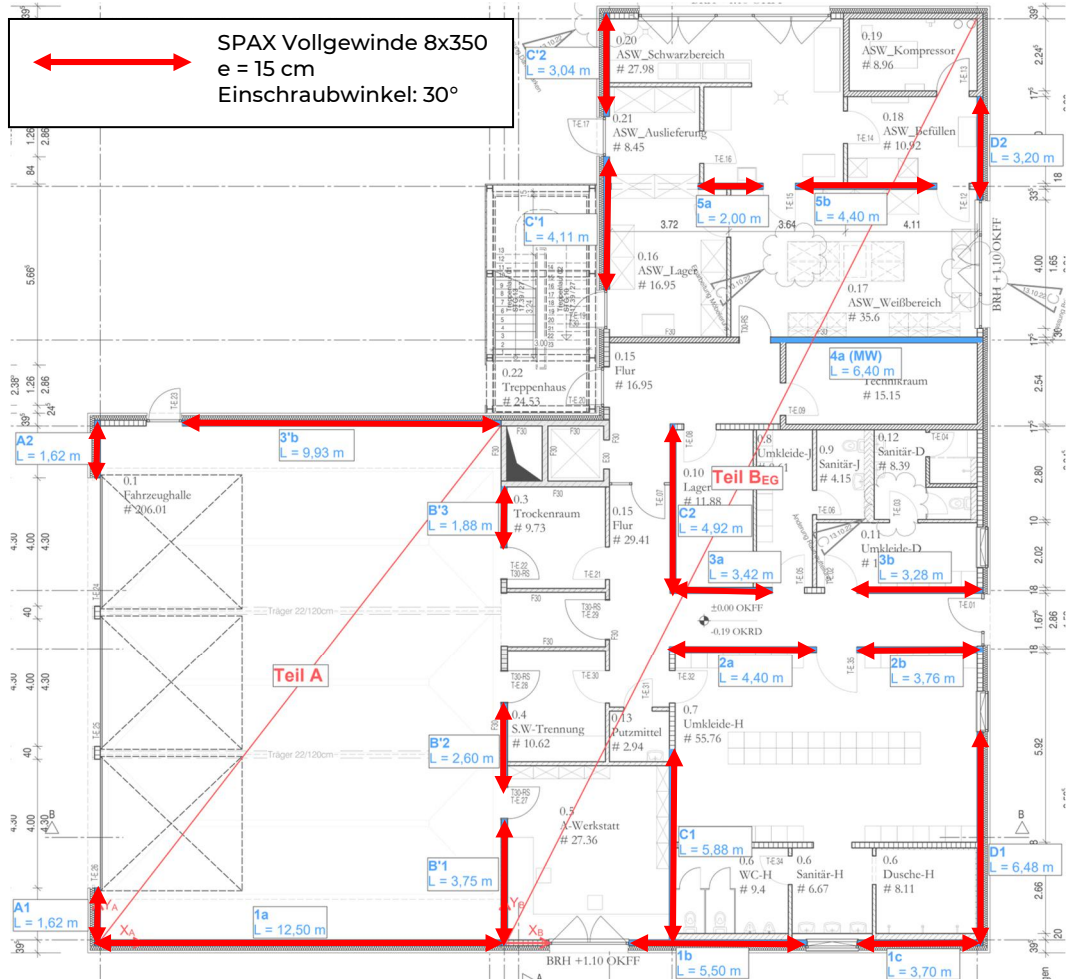


Deckenstärke $h = 16 \text{ cm}$:



Decke über OG

Decke über EG



Tragfähigkeit der Schraube 8x350 mm Vollgewinde (Deckenstärke h = 20 cm):

Baustoffe											
Schraube:	Spax	SPAX	Senkkopf	Vollgewinde	Standardspitze						
d	/	Ls	=	8	/	350	mit	LG=	350 [mm]	Kohlenstoffstahl	
$\alpha 1$	/	$\alpha 2$	=	60	/	30	[°]	α =Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung			
$\beta 1$	/	$\beta 2$	=	90	/	90	[°]	β =Winkel zwischen Schraubenachse und Oberfläche			
$\epsilon 1$	/	$\epsilon 2$	=	60	/	30	[°]	ϵ =Winkel zwischen Abscherkraft und Faserrichtung			
Bauteil 1:	Holz	VH/BSH (NH)				Vorbohrung Bauteil 1					
b1	x	t1	=	180	x	230,94	[mm]	$\rho_{k,1}$	=	350 [kg/m³]	
								$k_{mod,1}$	=	100	
Bauteil 2:	Holz	Brettsperrholz, Schmalfläche (aus NH)				Vorbohrung Bauteil 2					
b2	x	t2	=	180	x	119	[mm]	$\rho_{k,2}$	=	350 [kg/m³]	
								$k_{mod,2}$	=	100	
Nachweis der Mindestdicken											
min t1	=	$1,15 \cdot (2 \cdot \sqrt{\beta / (1 + \beta)} + 2) \cdot \sqrt{M y R_k / (f_{h,1k} \cdot d)}$					=	56 mm	<	231 mm	✓
min t2	=	$1,15 \cdot (2 \cdot \sqrt{1 / (1 + \beta)} + 2) \cdot \sqrt{M y R_k / (f_{h,2k} \cdot d)}$					=	77 mm	<	119 mm	✓
Berechnung des Abscherwiderstandes nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1995 NA 8.2.4											
FV,Rk	=	$\omega \cdot \sqrt{2 \cdot M y R_k \cdot f_{h,2k} \cdot d}$									
ω	=	$\sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}}$		=	0,880	β	=	$\frac{f_{h,2k}}{f_{h,1k}}$	=	0,6322	
M y Rk	=	$0,15 \cdot 600 \cdot d^{2,6}$		=	$0,15 \cdot 600 \cdot 8^{2,6}$			=	20.057 Nmm		
$f_{h,2,k}$	=	$\frac{20 \cdot d^{-0,5}}{1}$						=	7,07 N/mm²		
$f_{h,1,k}$	=	$\frac{0,082 \cdot \rho_{k,1} \cdot d^{-0,3}}{2,5 \cdot \cos^2(\alpha 1) + \sin^2(\alpha 1)}$						=	11,19 N/mm²		
FV,Rk	=	$\omega \cdot \sqrt{2 \cdot M y R_k \cdot f_{h,1k} \cdot d}$		$\cdot \min \{(t_1 / t_{1,req}); (t_2 / t_{2,req})\}$				=	167 kN		
$\Delta FV,Rk$	=	$\min \{FV,Rk; 0,25 \cdot F_{ax,Rk}\}$		$= \min \{167; 0,25 \cdot 9,94\}$				=	167 kN		

Berechnung des Herausziehwiderstandes

1. Axialer Auszieh Widerstand im Bauteil 2

$$F_{ax,Rk} = \left(\frac{\rho_{k,2}}{\rho_a} \right)^{0,8} \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,2}}{1,2 \cdot \cos(\alpha_2)^2 + \sin(\alpha_2)^2}$$

$$f_{ax,k} = 12,00 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{ef,2} = l - t_1 \geq \min \{4 \cdot d / \sin(\alpha_2); 20 \cdot d\} = 50 - 230,9 \geq \min \{4 \cdot 8 / \sin(30); 20 \cdot 8\} = 119 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$F_{ax,Rk,2} = \left(\frac{\rho_{k,2}}{\rho_a} \right)^{0,8} \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,2}}{1,2 \cdot \cos(\alpha_2)^2 + \sin(\alpha_2)^2} = \left(\frac{350}{350} \right)^{0,8} \frac{12 \cdot 8 \cdot 119,06}{1,2 \cdot \cos(30)^2 + \sin(30)^2} = 9,94 \text{ kN}$$

2. Axialer Auszieh Widerstand im Bauteil 1 (max {Herausziehen des Gewindes; Kopfdurchziehen})

$$\left. \begin{aligned} F_{ax,1} &= \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,1}}{1,2 \cdot \cos(\alpha_1)^2 + \sin(\alpha_1)^2} \\ F_{ax,2} &= \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} \cdot k_t \cdot f_{head,k} \cdot d \cdot h^2 \end{aligned} \right\} \max = F_{ax,Rk}$$

$$k_t = 13$$

$$f_{ax,k} = 12,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{head,k} = 27 - d_h = 27 - 15,1 = 11,90 \text{ N/mm}^2$$

$$d_h = 15,1 \text{ [mm]} \quad \text{Eingabe: } \boxed{} \quad \text{mit } d_h \leq 32 \text{ mm}$$

$$l_{ef,1} = L_G - l_{ef,2} \geq \min \{4 \cdot d / \sin(\alpha_1); 20 \cdot d\} = 150 - 119,06 \geq \min \{4 \cdot 8 / \sin(60); 20 \cdot 8\} = 231 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$F_{ax,1} = \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,1}}{1,2 \cdot \cos(\alpha_1)^2 + \sin(\alpha_1)^2} = \left(\frac{350}{350} \right)^{0,8} \frac{12 \cdot 8 \cdot 230,94}{1,2 \cdot \cos(60)^2 + \sin(60)^2} = 21115 \text{ N}$$

$$F_{ax,2} = \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} \cdot k_t \cdot f_{head,k} \cdot d \cdot h^2 = \left(\frac{350}{350} \right)^{0,8} \cdot 13 \cdot 11,9 \cdot 15,1^2 = 3.527 \text{ N}$$

$$F_{ax,Rk,1} = \max \{F_{ax,1}; F_{ax,2}\} = \max \{21,11 \text{ kN}; 3,53 \text{ kN}\} = 21,11 \text{ kN}$$

3. Zugfestigkeit der Schraube

$$F_{tens,k} = 17,00 \text{ kN}$$

4. Bemessungswert des axialen Widerstands

$$F_{ax,Rk} = \min \{F_{ax,Rk,2}; F_{ax,Rk,1}; F_{tens,k}\} = \min \{9,94 \text{ kN}; 21,11 \text{ kN}; 17 \text{ kN}\} = 9,94 \text{ kN}$$

Nachweis der Tragfähigkeit

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,1} \cdot k_{mod,2}} = \sqrt{1 \cdot 1} = 100$$

$$F_{V,Rd} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot \frac{(F_{V,Rk} + \Delta F_{V,Rk})}{1,1} = \frac{1}{1,1} \cdot \frac{(167 + 167) \text{ kN}}{1,1} = 3,03 \text{ kN}$$

Tragfähigkeit der Schraube 8x350 mm Vollgewinde (Deckenstärke h = 16 cm):

Baustoffe												
Schraube:	Spax	SPAX	Senkkopf	Vollgewinde	Standardspitze							
d	/	Ls	=	8	/	350	mit	LG=	350 [mm]	Kohlenstoffstahl		
$\alpha 1$	/	$\alpha 2$	=	60	/	30	[°]	α =Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung				
$\beta 1$	/	$\beta 2$	=	90	/	90	[°]	β =Winkel zwischen Schraubenachse und Oberfläche				
$\epsilon 1$	/	$\epsilon 2$	=	60	/	30	[°]	ϵ =Winkel zwischen Abscherkraft und Faserrichtung				
Bauteil 1:	Holz	VH/BSH (NH)				Vorbohrung Bauteil 1						
b1	x	t1	=	180	x	184,75 [mm]	$\rho_{k,1}$	=	350 [kg/m³]	$k_{mod,1}$	=	100
Bauteil 2:	Holz	Brettsperrholz, Schmalfläche (aus NH)				Vorbohrung Bauteil 2						
b2	x	t2	=	180	x	165,25 [mm]	$\rho_{k,2}$	=	350 [kg/m³]	$k_{mod,2}$	=	100
Nachweis der Mindestdicken												
min t1	=	$1,15 \cdot (2 \cdot \sqrt{\beta / (1 + \beta)} + 2) \cdot \sqrt{M y R_k / (f_{h,1k} \cdot d)}$					=	56 mm	<	185 mm	✓	
min t2	=	$1,15 \cdot (2 \cdot \sqrt{1 / (1 + \beta)} + 2) \cdot \sqrt{M y R_k / (f_{h,2k} \cdot d)}$					=	77 mm	<	165 mm	✓	
Berechnung des Abscherwiderstandes nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1995 NA 8.2.4												
FV,Rk	=	$\omega \cdot \sqrt{2 \cdot M y R_k \cdot f_{h,2k} \cdot d}$										
ω	=	$\sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}}$					β	=	$\frac{f_{h,2k}}{f_{h,1k}}$	=	0,6322	
M y Rk	=	$0,15 \cdot 600 \cdot d^{2,6}$					=	$0,15 \cdot 600 \cdot 8^{2,6}$	=	20.057 Nmm		
$f_{h,2k}$	=	$\frac{20 \cdot d^{-0,5}}{1}$					=	$7,07 \text{ N/mm}^2$				
$f_{h,1k}$	=	$\frac{0,082 \cdot \rho_{k,1} \cdot d^{-0,3}}{2,5 \cdot \cos^2(\alpha 1) + \sin^2(\alpha 1)}$					=	11,9 N/mm²				
FV,Rk	=	$\omega \cdot \sqrt{2 \cdot M y R_k \cdot f_{h,1k} \cdot d}$					* min {(t1 / t1,req); (t2 / t2,req)}	=	167 kN			
$\Delta FV,Rk$	=	min {FV,Rk; 0,25 * Fax,Rk}					=	min {167; 0,25 * 13,79}	=	167 kN		

Berechnung des Herausziehwiderstandes

1. Axialer Auszieh Widerstand im Bauteil 2

$$F_{ax,Rk} = \left(\frac{\rho_{k,2}}{\rho_a} \right)^{0,8} \cdot \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,2}}{12 \cdot \cos(\alpha_2)^2 + \sin(\alpha_2)^2}$$

$$f_{ax,k} = 12,00 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{ef,2} = l - t_1 \geq \min \{4 \cdot d / \sin(\alpha_2); 20 \cdot d\} = 150 - 184,7 \geq \min \{4 \cdot 8 / \sin(30); 20 \cdot 8\} = 165 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$F_{ax,Rk,2} = \left(\frac{\rho_{k,2}}{\rho_a} \right)^{0,8} \cdot \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,2}}{12 \cdot \cos(\alpha_2)^2 + \sin(\alpha_2)^2} = \left(\frac{350}{350} \right)^{0,8} \cdot \frac{12 \cdot 8 \cdot 165,25}{12 \cdot \cos(30)^2 + \sin(30)^2} = 13,79 \text{ kN}$$

2. Axialer Auszieh Widerstand im Bauteil 1 (max {Herausziehen des Gewindes; Kopfdurchziehen})

$$F_{ax,1} = \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} \cdot \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,1}}{12 \cdot \cos(\alpha_1)^2 + \sin(\alpha_1)^2}$$

$$F_{ax,2} = \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} \cdot k_t \cdot f_{head,k} \cdot d \cdot h^2 \quad k_t = 13$$

$$f_{ax,k} = 12,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{head,k} = 27 - d_h = 27 - 15,1 = 11,90 \text{ N/mm}^2$$

$$d_h = 15,1 \text{ [mm]} \quad \text{Eingabe: } \quad \text{mit } d_h \leq 32 \text{ mm}$$

$$l_{ef,1} = L_G - l_{ef,2} \geq \min \{4 \cdot d / \sin(\alpha_1); 20 \cdot d\} = 150 - 165,2 \geq \min \{4 \cdot 8 / \sin(60); 20 \cdot 8\} = 185 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$F_{ax,1} = \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} \cdot \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,1}}{12 \cdot \cos(\alpha_1)^2 + \sin(\alpha_1)^2} = \left(\frac{350}{350} \right)^{0,8} \cdot \frac{12 \cdot 8 \cdot 184,75}{12 \cdot \cos(60)^2 + \sin(60)^2} = 16,891 \text{ N}$$

$$F_{ax,2} = \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} \cdot k_t \cdot f_{head,k} \cdot d \cdot h^2 = \left(\frac{350}{350} \right)^{0,8} \cdot 13 \cdot 11,9 \cdot 15,1^2 = 3,527 \text{ N}$$

$$F_{ax,Rk,1} = \max \{F_{ax,1}; F_{ax,2}\} = \max \{16,89 \text{ kN}; 3,53 \text{ kN}\} = 16,89 \text{ kN}$$

3. Zugfestigkeit der Schraube

$$F_{tens,k} = 17,00 \text{ kN}$$

4. Bemessungswert des axialen Widerstands

$$F_{ax,Rk} = \min \{F_{ax,Rk,2}; F_{ax,Rk,1}; F_{tens,k}\} = \min \{13,79 \text{ kN}; 16,89 \text{ kN}; 17 \text{ kN}\} = 13,79 \text{ kN}$$

Nachweis der Tragfähigkeit

$$k_{mod} = \sqrt{(k_{mod,1} \cdot k_{mod,2})} = \sqrt{(1 \cdot 1)} = 1,00$$

$$F_{V,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot (F_{V,Rk} + \Delta F_{V,Rk})}{\gamma_M} = \frac{1 \cdot (167 + 167) \text{ kN}}{1,1} = 3,03 \text{ kN}$$

maßgebend: Wand 1c

max. $s_{v,Ed} = 17,87 \text{ kN/m}$

Nachweis der Verschraubung:

max. $s_{v,Ed} = 17,87 \text{ kN/m} \leq F_{v,Rd} / e = 3,03 \text{ kN} / e$

$e \leq 3,03 \text{ kN} / 17,87 \text{ kN/m} \times 100 = 16,9 \text{ cm}$

gewählt: $e = 15 \text{ cm} \geq 14 \times d_1 = 11,2 \text{ cm}$

Sonderfall: Wand 4a

gewählt:

Schwellenholz $b/h = 20/12$ (C24)
HST3 M12 $h_{ef} = 125 \text{ mm}$, $a = 50 \text{ cm}$

SPAX Vollgewinde $8 \times 320 \text{ mm}$
 $e = 12 \text{ cm}$, Einschraubwinkel 30°

Aufgrund des Stoßes der Brettstapeldecke in Achse der Wand 4a wird ein Schwellenholz vorgesehen, auf welchem die Brettstapeldecke angeschlossen werden kann. Die Mindestabstände für die Verbindungsmittel sind einzuhalten!

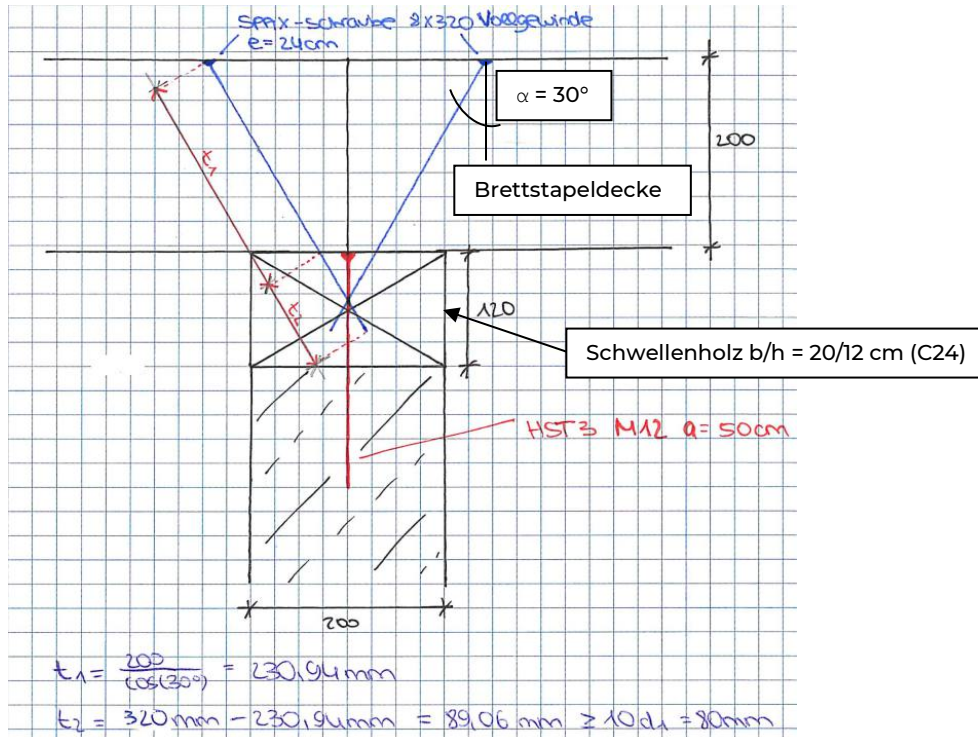
Für die Wände, an die Brandschutzanforderungen F30 gestellt werden, sind die Verbindungen ebenfalls auf F30 auszulegen!

Brandschutzanforderung: F30

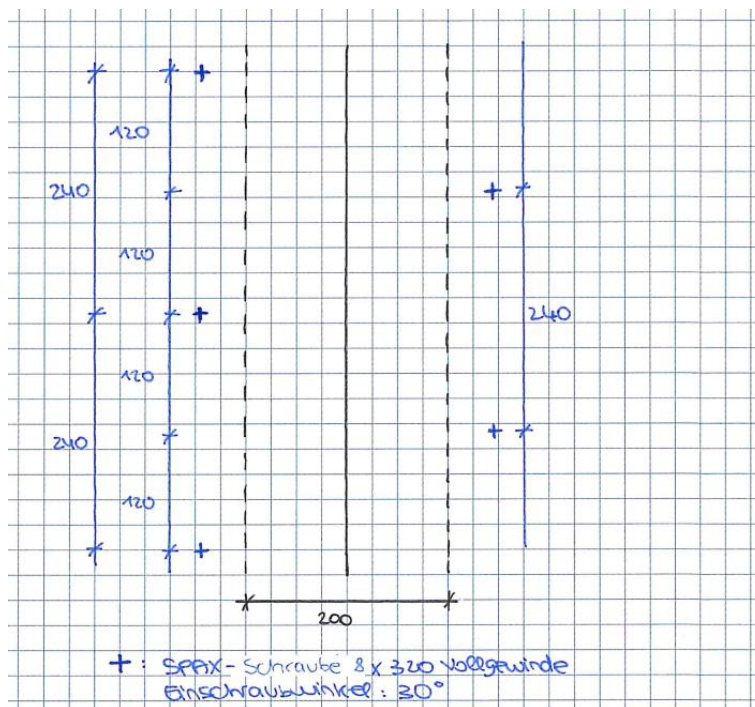
betroffene Wände: B'1, B'2, B'3, C'1

Die Stahlbauteile sowie die Verbindungsmittel aus Stahl müssen entsprechend verkleidet oder mit einem F30-Anstrich versehen werden.

Ansicht:



Draufsicht:



Tragfähigkeit der Schraube 8x320 mm Vollgewinde (Deckenstärke h = 20 cm):

Baustoffe													
Schraube:	Spax	SPAX	Senkkopf	Vollgewinde	Standardspitze								
d	/	Ls	=	8	/	320	mit	LG=	320 [mm]	Kohlenstoffstahl			
$\alpha 1$	/	$\alpha 2$	=	60	/	30	[°]	α =Winkel zwischen Schraubenachse und Faserrichtung					
$\beta 1$	/	$\beta 2$	=	90	/	90	[°]	β =Winkel zwischen Schraubenachse und Oberfläche					
$\epsilon 1$	/	$\epsilon 2$	=	60	/	30	[°]	ϵ =Winkel zwischen Abscherkraft und Faserrichtung					
Bauteil 1:	Holz	VH/BSH (NH)				Vorbohrung Bauteil 1							
b1	x	t1	=	180	x	230,94 [mm]	$\rho_{k,1}$	=	350 [kg/m³]	$k_{mod,1}$	=	100	
Bauteil 2:	Holz	VH/BSH (NH)				Vorbohrung Bauteil 2							
b2	x	t2	=	180	x	89,06 [mm]	$\rho_{k,2}$	=	350 [kg/m³]	$k_{mod,2}$	=	100	
Nachweis der Mindestdicken													
min t1	=	$1,15 \cdot (2 \cdot \sqrt{\beta / (1 + \beta)}) + 2 \cdot \sqrt{(M y R_k / (f_{h,1k} \cdot d))}$					=	56 mm	<	231 mm	✓		
min t2	=	$1,15 \cdot (2 \cdot \sqrt{1 / (1 + \beta)}) + 2 \cdot \sqrt{(M y R_k / (f_{h,2k} \cdot d))}$					=	76 mm	<	89 mm	✓		
Berechnung des Abscherwiderstandes nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1995 NA 8.2.4													
$F_{V,Rk}$	=	$\omega \cdot \sqrt{2 \cdot M y R_k \cdot f_{h,2k} \cdot d}$											
ω	=	$\sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}}$					=	0,886	β	=	$\frac{f_{h,2k}}{f_{h,1k}}$	=	0,6471
$M y R_k$	=	$0,15 \cdot 600 \cdot d^{2,6}$					=	$0,15 \cdot 600 \cdot 8^{2,6}$	=	20.057 Nmm			
$f_{h,2,k}$	=	$\frac{0,082 \cdot \rho_{k,2} \cdot d^{-0,3}}{2,5 \cdot \cos^2(\alpha 2) + \sin^2(\alpha 2)}$					=	7,24 N/mm²					
$f_{h,1,k}$	=	$\frac{0,082 \cdot \rho_{k,1} \cdot d^{-0,3}}{2,5 \cdot \cos^2(\alpha 1) + \sin^2(\alpha 1)}$					=	11,19 N/mm²					
$F_{V,Rk}$	=	$\omega \cdot \sqrt{2 \cdot M y R_k \cdot f_{h,1k} \cdot d}$					* min {(t1 / t1,req); (t2 / t2,req)}	=	168 kN				
$\Delta F_{V,Rk}$	=	min {F _{V,Rk} ; 0,25 * F _{ax,Rk} }					=	min {168; 0,25 * 7,43}	=	168 kN			

Berechnung des Herausziehwiderstandes

1. Axialer Auszieh Widerstand im Bauteil 2

$$F_{ax,Rk} = \left(\frac{\rho_{k,2}}{\rho_a} \right)^{0,8} \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,2}}{1,2 \cdot \cos(\alpha_2)^2 + \sin(\alpha_2)^2}$$

$$f_{ax,k} = 12,00 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{ef,2} = l - t_1 \geq \min \{4 \cdot d / \sin(\alpha_2); 20 \cdot d\} = 20 - 230,9 \geq \min \{4 \cdot 8 / \sin(30); 20 \cdot 8\} = 89 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$F_{ax,Rk,2} = \left(\frac{\rho_{k,2}}{\rho_a} \right)^{0,8} \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,2}}{1,2 \cdot \cos(\alpha_2)^2 + \sin(\alpha_2)^2} = \left(\frac{350}{350} \right)^{0,8} \frac{12 \cdot 8 \cdot 89,06}{1,2 \cdot \cos(30)^2 + \sin(30)^2} = 7,43 \text{ kN}$$

2. Axialer Auszieh Widerstand im Bauteil 1 (max {Herausziehen des Gewindes; Kopfdurchziehen})

$$F_{ax,1} = \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,1}}{1,2 \cdot \cos(\alpha_1)^2 + \sin(\alpha_1)^2}$$

$$F_{ax,2} = \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} k_t \cdot f_{head,k} \cdot d \cdot h^2$$

$$k_t = 13$$

$$f_{ax,k} = 12,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{head,k} = 27 - d_h = 27 - 15,1 = 11,90 \text{ N/mm}^2$$

$$d_h = 15,1 \text{ [mm]} \quad \text{Eingabe: } \boxed{} \quad \text{mit } d_h \leq 32 \text{ mm}$$

$$l_{ef,1} = LG - l_{ef,2} \geq \min \{4 \cdot d / \sin(\alpha_1); 20 \cdot d\} = 320 - 89,06 \geq \min \{4 \cdot 8 / \sin(60); 20 \cdot 8\} = 231 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$F_{ax,1} = \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef,1}}{1,2 \cdot \cos(\alpha_1)^2 + \sin(\alpha_1)^2} = \left(\frac{350}{350} \right)^{0,8} \frac{12 \cdot 8 \cdot 230,94}{1,2 \cdot \cos(60)^2 + \sin(60)^2} = 21115 \text{ N}$$

$$F_{ax,2} = \left(\frac{\rho_{k,1}}{\rho_a} \right)^{0,8} k_t \cdot f_{head,k} \cdot d \cdot h^2 = \left(\frac{350}{350} \right)^{0,8} 13 \cdot 11,9 \cdot 15,1^2 = 3.527 \text{ N}$$

$$F_{ax,Rk,1} = \max \{F_{ax,1}; F_{ax,2}\} = \max \{21,11 \text{ kN}; 3,53 \text{ kN}\} = 21,11 \text{ kN}$$

3. Zugfestigkeit der Schraube

$$F_{tens,k} = 17,00 \text{ kN}$$

4. Bemessungswert des axialen Widerstands

$$F_{ax,Rk} = \min \{F_{ax,Rk,2}; F_{ax,Rk,1}; F_{tens,k}\} = \min \{7,43 \text{ kN}; 21,11 \text{ kN}; 17 \text{ kN}\} = 7,43 \text{ kN}$$

Nachweis der Tragfähigkeit

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,1} \cdot k_{mod,2}} = \sqrt{1 \cdot 1} = 100$$

$$F_{V,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot (F_{V,Rk} + \Delta F_{V,Rk})}{\gamma_M} = \frac{1 \cdot (168 + 168) \text{ kN}}{1,1} = 3,05 \text{ kN}$$

$$\max. s_{v,Ed} = 21,2 \text{ kN/m (Wand 4a)}$$

Nachweis der Verschraubung:

$$\max. s_{v,Ed} = 21,2 \text{ kN/m} \leq F_{v,Rd} / e = 3,05 \text{ kN} / e$$

$$e \geq 3,05 \text{ kN} / 21,2 \text{ kN/m} \times 100 = 14,39 \text{ cm}$$

$$\text{gewählt: } e = 12 \text{ cm} \geq 14 \times d_1 = 11,2 \text{ cm}$$

Nachweis der Dübel:

siehe Anschluss Schwellenholz (Aussteifungswand 4a)

- Wand auf Decke

Innen- und Außenwände OG (1b, 1d, 4a, B'2, B'3):

gewählt:

1x TITAN N „TTN240“ der Firma Rothoblaas je
 1,75 m Wandlänge (mind. 2x TTN240 je Wand)
 mit je 36 + 36 LBS Schrauben Ø5,0 x 50
 oder glw.

Für die Wände, an die Brandschutzanforderungen F30 gestellt werden, sind die Verbindungen ebenfalls auf F30 auszulegen!

Brandschutzanforderung:

F30

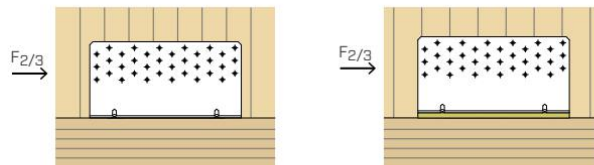
betroffene Wände:

B'2, B'3

Die Stahlbauteile sowie die Verbindungsmittel aus Stahl müssen entsprechend verkleidet oder mit einem F30-Anstrich versehen werden.

max. $s_{v,d} = 15,39 \text{ kN/m}$

TTN240



Konfiguration am Holz ⁽¹⁾	HOLZ					$R_{2/3,k \text{ timber}}$ [kN]
	typ	Befestigung Löcher Ø5 Ø x L [mm]	n_v [Stk.]	n_H [Stk.]	Profil ⁽²⁾ s [mm]	
TTN240	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	36	36	-	37,9
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50				46,7
TTN240 + XYLOFON	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	36	36	6	24,8
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50				22,8
TTN240 + ALADIN STRIPE SOFT	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	36	36	5	28,9
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50				27,5
TTN240 + ALADIN STRIPE EXTRA SOFT	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	36	36	7	27,5
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50				25,8

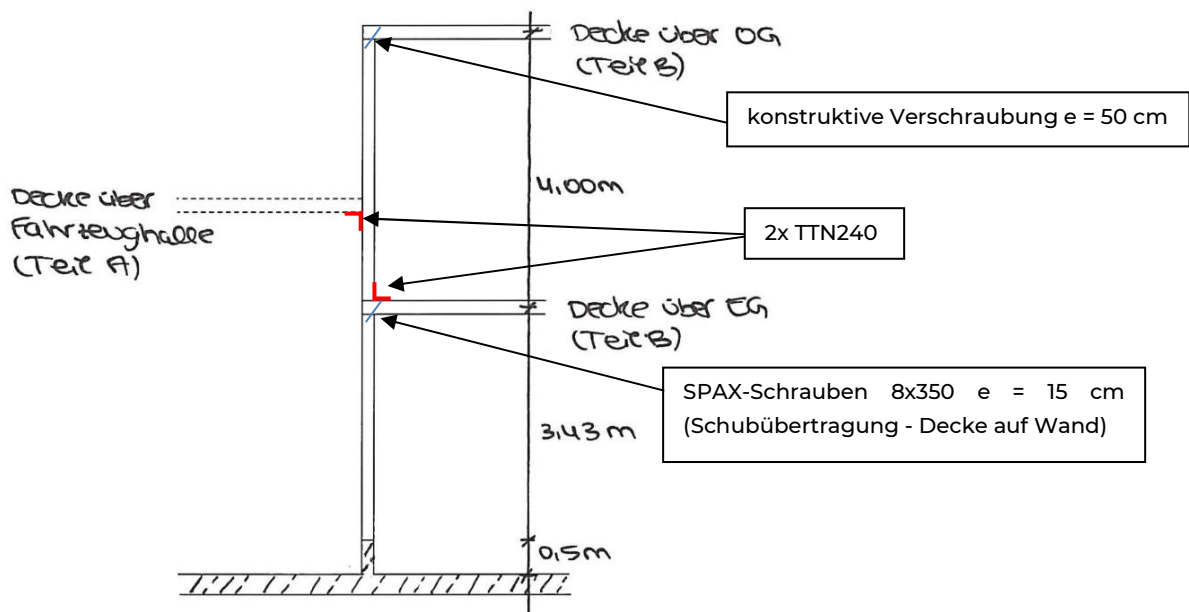
Nachweis:

$$R_{2/3,d \text{ timber}} \geq s_{v,d} \times 1,75 \text{ m (auf 1,75 m Wandlänge bezogen)}$$

$$R_{2/3,d \text{ timber}} = 1,0 \times 46,7 \text{ kN} / 1,3 = 35,9 \text{ kN}$$

$$R_{2/3,d \text{ timber}} = 35,9 \text{ kN} \geq 15,39 \text{ kN/m} \times 1,75 \text{ m} = 26,9 \text{ kN}$$

Schnitt durch Wand B'2 & B'3:



Für die Schubübertragung der Decke über der Fahrzeughalle in die Wände B'2 und B'3 werden auch hier je zwei TTN240 angeordnet.

Innen- und Außenwände OG (B'1, C1, C2, D1):

gewählt: 2x TITAN N „TTN240“ der Firma Rothoblaas je
 Wand mit je 36 + 36 LBS Schrauben Ø5,0 x 50
 oder glw.

Für die Wände, an die Brandschutzanforderungen F30 gestellt werden, sind die
 Verbindungen ebenfalls auf F30 auszugleichen!

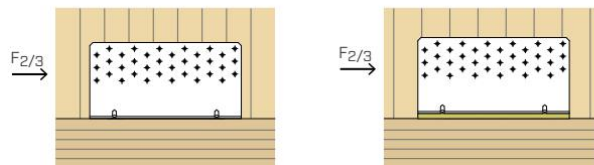
Brandschutzanforderung: F30

betroffene Wände: B'1

Die Stahlbauteile sowie die Verbindungsmittel aus Stahl müssen entsprechend
 verkleidet oder mit einem F30-Anstrich versehen werden.

max. $s_{v,d} = 9,97 \text{ kN/m}$

TTN240



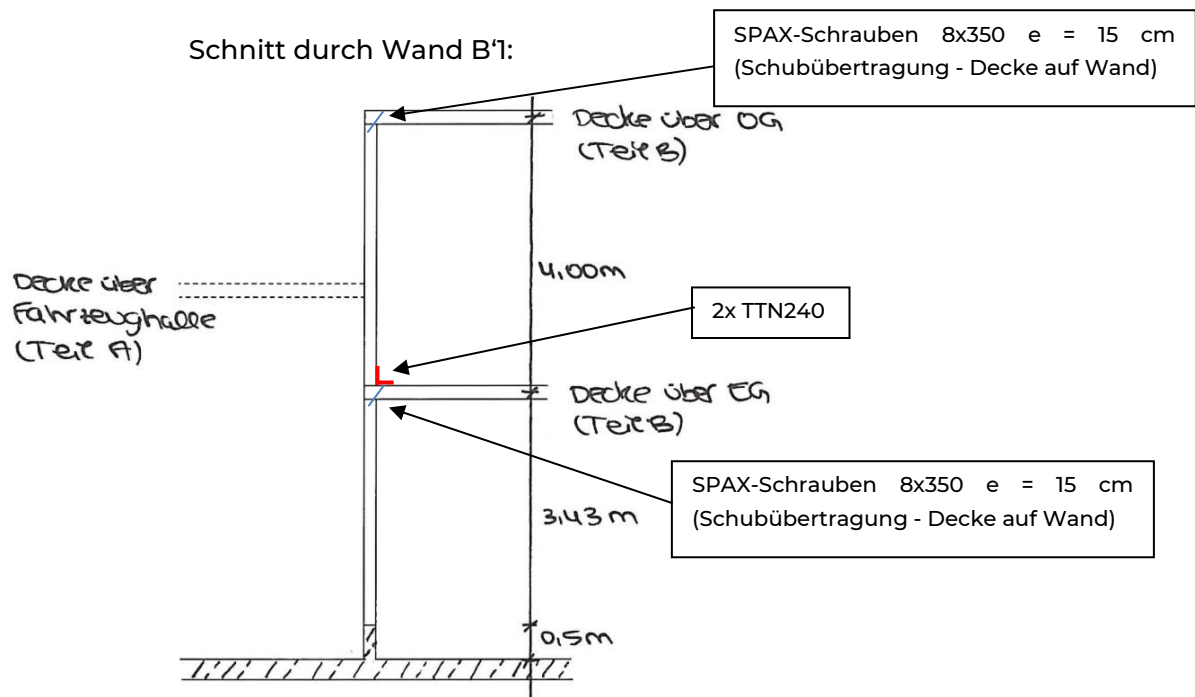
Konfiguration am Holz ⁽¹⁾	typ	Befestigung Löcher Ø5			Profil ⁽²⁾ s [mm]	$R_{2/3,k \text{ timber}}$ [kN]
		Ø x L [mm]	n_v [Stk.]	n_H [Stk.]		
TTN240	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	36	36	-	37,9
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50				46,7
TTN240 + XYLOFON	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	36	36	6	24,8
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50				22,8
TTN240 + ALADIN STRIPE SOFT	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	36	36	5	28,9
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50				27,5
TTN240 + ALADIN STRIPE EXTRA SOFT	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	36	36	7	27,5
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50				25,8

Nachweis:

$$R_{2/3,d \text{ timber}} \geq s_{v,d} \times 2,94 \text{ m (längste Wand: } L = 5,88 \text{ m)}$$

$$R_{2/3,d \text{ timber}} = 1,0 \times 46,7 \text{ kN} / 1,3 = 35,9 \text{ kN}$$

$$R_{2/3,d \text{ timber}} = 35,9 \text{ kN} \geq 9,97 \text{ kN/m} \times 2,94 \text{ m} = 29,3 \text{ kN}$$



- auf Bodenplatte

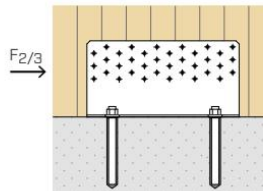
Wände ohne Betonaufkantung (Wände C1, C2):

gewählt:

1x TITAN N „TCN240“ der Firma Rothoblaas je
 1,0 m Wandlänge (min. 2x TCN240 je Wand) mit
 je 36x LBS Schraube Ø5,0 x 50
 + je 2x EPO-FIX PLUS 5.8 M16 x 160 (IN)
 oder glw.

max. $s_{v,d} = 16,80 \text{ kN/m}$

TCN240



FESTIGKEIT HOLZSEITE

Konfiguration am Holz ⁽¹⁾	HOLZ				BETON			
	typ	Befestigung Löcher Ø5 [mm]	n_v [Stk.]	$R_{2/3,k \text{ timber}}$ [kN]	Befestigung Löcher Ø17 Ø [mm]	n_H [Stk.]	$IN^{(2)}$ $e_{y,IN}$ [mm]	$OUT^{(3)}$ $e_{y,OUT}$ [mm]
• full pattern	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	36	30,3	M16	2	39,5	80,5
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50		36,3				
• pattern 4	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	30	24,0				
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50		28,2				
• pattern 3	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	24	18,8				
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50		22,1				
• pattern 2	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	18	13,3				
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50		15,6				
• pattern 1	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	12	8,9				
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50		10,4				

FESTIGKEIT BETONSEITE

Festigkeitswerte einiger der möglichen Befestigungslösungen für Anker, die in die inneren (IN) oder äußeren (OUT) Löcher eingesetzt sind.

Konfiguration auf Beton	Befestigung Löcher Ø17		$R_{2/3,d \text{ concrete}}$	
	typ	Ø x L [mm]	$IN^{(2)}$ [kN]	$OUT^{(3)}$ [kN]
• ungerissen	VIN-FIX PRO 5.8	M16 x 160	55,8	43,9
	VIN-FIX PRO 8.8	M16 x 160	90,1	70,9
	SKR-E	16 x 130	67,4	53,1
	AB1	M16 x 145	67,4	53,1
• gerissen	VIN-FIX PRO 5.8/8.8	M16 x 160	55,0	43,2
	SKR-E	16 x 130	55,0	43,2
	AB1	M16 x 145	55,0	43,2
	EPO-FIX PLUS 5.8	M16 x 160	26,6	21,1
• seismic	EPO-FIX PLUS 8.8	M16 x 160	28,1	21,9
	SKR-E	16 x 130	19,9	15,8
	AB1	M16 x 145	19,9	15,8

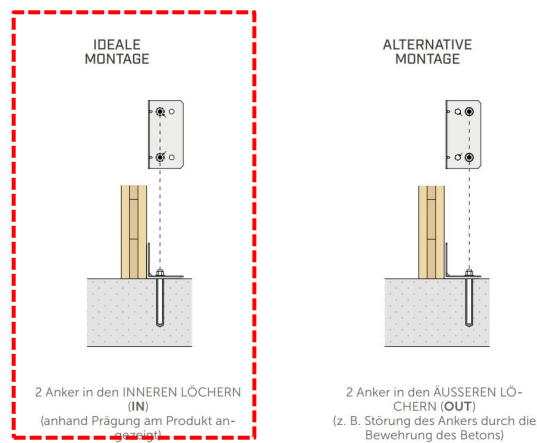
Nachweis:

$$R_{2/3,d} = \min. (R_{2/3,d \text{ timber}}; R_{2/3,d \text{ concrete}}) \geq s_{v,d} \times 1,0 \text{ m (auf 1,0 m Wandlänge bezogen)}$$

$$R_{2/3,d \text{ timber}} = 1,0 \times 36,3 \text{ kN} / 1,3 = 28,3 \text{ kN}$$

$$R_{2/3,d \text{ concrete}} = 21,1 \text{ kN (sichere Seite, falls Betonanker in OUT Löchern)}$$

$$R_{2/3,d} = 21,1 \text{ kN} \geq 16,80 \text{ kN/m} \times 1,0 \text{ m} = 16,80 \text{ kN}$$



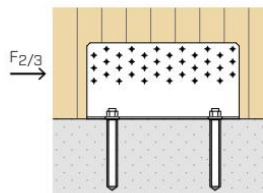
Wände ohne Betonaufkantung (Wände 2a, 2b, 3a, 3b, 5a, 5b):

gewählt:

2x TITAN N „TCN240“ der Firma Rothoblaas je
 Wand mit
 je 36x LBS Schraube Ø5,0 x 50
 + je 2x EPO-FIX PLUS 5.8 M16 x 160 (IN)
 oder glw.

max. $s_{v,d} = 5,81 \text{ kN/m}$

TCN240



FESTIGKEIT HOLZSEITE

Konfiguration am Holz ⁽¹⁾	HOLZ				BETON			
	typ	Befestigung Löcher Ø5 [mm]	n_v [Stk.]	$R_{2/3,k \text{ timber}}$ [kN]	Befestigung Löcher Ø17 Ø [mm]	n_H [Stk.]	$IN^{(2)}$ $e_{y,IN}$ [mm]	$OUT^{(3)}$ $e_{y,OUT}$ [mm]
• full pattern	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	36	30,3	M16	2	39,5	80,5
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50		36,3				
• pattern 4	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	30	24,0				
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50		28,2				
• pattern 3	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	24	18,8				
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50		22,1				
• pattern 2	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	18	13,3				
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50		15,6				
• pattern 1	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	12	8,9				
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 50		10,4				

FESTIGKEIT BETONSEITE

Festigkeitswerte einiger der möglichen Befestigungslösungen für Anker, die in die inneren (IN) oder äußeren (OUT) Löcher eingesetzt sind.

Konfiguration auf Beton	Befestigung Löcher Ø17		$R_{2/3,d \text{ concrete}}$	
	typ	Ø x L [mm]	$IN^{(2)}$ [kN]	$OUT^{(3)}$ [kN]
• ungerissen	VIN-FIX PRO 5.8	M16 x 160	55,8	43,9
	VIN-FIX PRO 8.8	M16 x 160	90,1	70,9
	SKR-E	16 x 130	67,4	53,1
	AB1	M16 x 145	67,4	53,1
• gerissen	VIN-FIX PRO 5.8/8.8	M16 x 160	55,0	43,2
	SKR-E	16 x 130	55,0	43,2
	AB1	M16 x 145	55,0	43,2
	EPO-FIX PLUS 5.8	M16 x 160	26,6	21,1
• seismic	EPO-FIX PLUS 8.8	M16 x 160	28,1	21,9
	SKR-E	16 x 130	19,9	15,8
	AB1	M16 x 145	19,9	15,8

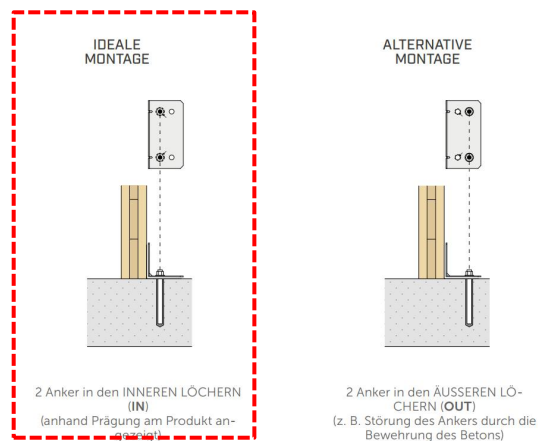
Nachweis:

$$R_{2/3,d} = \min. (R_{2/3,d \text{ timber}}; R_{2/3,d \text{ concrete}}) \geq s_{v,d} \times 2,2 \text{ m (längste Wand: } L = 4,4 \text{ m)}$$

$$R_{2/3,d \text{ timber}} = 1,0 \times 36,3 \text{ kN} / 1,3 = 28,3 \text{ kN}$$

$$R_{2/3,d \text{ concrete}} = 21,1 \text{ kN (sichere Seite, falls Betonanker in OUT Löchern)}$$

$$R_{2/3,d} = 21,1 \text{ kN} \geq 5,81 \text{ kN/m} \times 2,2 \text{ m} = 12,78 \text{ kN}$$



Wände mit Betonaufkantung (Wände 1a, 3'b, C'1, C'2, D2):

gewählt: TITAN PLATE C „TCP300“ der Firma Rothoblaas
mit
je 21x LBS Schraube Ø5,0 x 60
+ je 2x AB1 M16 x 145
oder glw.

Für die Wände, an die Brandschutzanforderungen F30 gestellt werden, sind die Verbindungen ebenfalls auf F30 auszulegen!

Brandschutzanforderung: F30

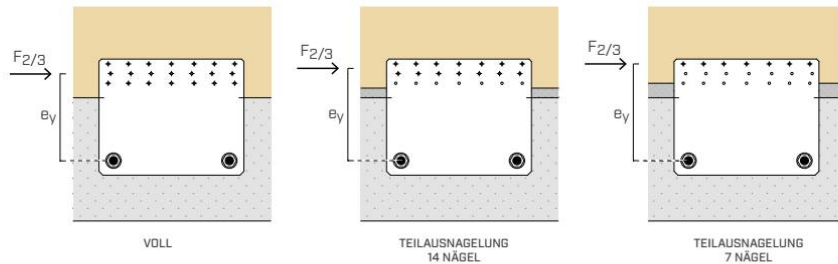
betroffene Wände: C'1

Die Stahlbauteile sowie die Verbindungsmittel aus Stahl müssen entsprechend verkleidet oder mit einem F30-Anstrich versehen werden.

max. $s_{v,d} = 6,83 \text{ kN/m}$

STATISCHE WERTE | SCHERVERBINDUNG | HOLZ-BETON

TCP300



FESTIGKEIT HOLZSEITE

Konfiguration am Holz	HOLZ					STAHL		BETON						
	Befestigung Löcher Ø5			$R_{2/3,k \text{ timber}}^{(1)}$	$R_{2/3,k \text{ BSP}}^{(2)}$	$R_{2/3,k \text{ steel}}$		Befestigung Löcher Ø17		$e_y^{(3)}$ [mm]				
	typ	Ø x L [mm]	n_v [Stk.]	[kN]	[kN]	[kN]	γ_{steel}	Ø [mm]	n_v [Stk.]					
• Vollausnagelung	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	21	38,4	49,6	64,0	γ_{M2}	M16	2	180				
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 60	21	36,9	48,9									
• Teilausnagelung 14 Befestigungen	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	14	25,6	33,0	60,5	γ_{M2}			M16	2	190		
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 60	14	24,6	32,6									
• Teilausnagelung 7 Befestigungen	Ankernagel LBA	Ø4,0 x 60	7	12,8	16,5	57,6	γ_{M2}					M16	2	200
	LBS Schrauben	Ø5,0 x 60	7	12,3	16,3									

FESTIGKEIT BETONSEITE

Widerstandswerte auf Beton einiger der möglichen Verankerungslösungen, je nach den für die Befestigung auf Holz gewählten Konfigurationen (e_y). Es wird angenommen, dass die Platte mit den Montagekerben an der Holz-Beton-Schnittstelle positioniert wird (Abstand zwischen Anker und Betonkante $c_x = 130 \text{ mm}$).

Konfiguration auf Beton	Befestigung Löcher Ø17		Vollausnagelung ($e_y = 180 \text{ mm}$)	Teilausnagelung ($e_y = 190 \text{ mm}$)	Teilausnagelung ($e_y = 200 \text{ mm}$)
	typ	Ø x L [mm]	$R_{2/3,d \text{ concrete}}$		
			[kN]	[kN]	[kN]
• ungerissen	VIN-FIX PRO 5.8	M16 x 190	34,4	32,7	31,1
	SKR-E	16 x 130	29,7	28,2	26,8
	AB1	M16 x 145	30,2	28,7	27,3
• gerissen	VIN-FIX PRO 5.8	M16 x 190	24,4	23,2	22,0
	SKR-E	16 x 130	21,0	19,9	19,0
	AB1	M16 x 145	21,4	20,3	19,3
• seismic	EPO-FIX PLUS 5.8	M16 x 190	16,6	16,0	15,4
	EPO-FIX PLUS 8.8	M16 x 230	21,1	20,3	19,4

Aufgrund der Erdbebenbelastung werden für den Betonanker nur 70% des tabellierten Widerstands angesetzt.

Widerstand je Scherplatte:

$$R_{2/3,d} = \min. (R_{2/3,d \text{ BSP}}; R_{2/3,d \text{ steel}}; R_{2/3,d \text{ concrete}})$$

$$R_{2/3,d \text{ BSP}} = 1,0 \times 48,9 \text{ kN} / 1,3 = 37,6 \text{ kN}$$

$$R_{2/3,d \text{ steel}} = 64,0 \text{ kN} / 1,25 = 51,2 \text{ kN}$$

$$R_{2/3,d \text{ concrete}} = 0,7 \times 21,4 \text{ kN} = 14,98 \text{ kN}$$

$$R_{2/3,d} = 14,98 \text{ kN}$$

Wandposition	Wandlänge L in m	Schubkraft $S_{v,d}$ $S_{v,d} = L \times 6,83 \text{ kN/m}$	Anzahl TCP300
1a	12,50 m	85,4 kN	7
3'b	9,93 m	67,8 kN	6
C'1	4,11 m	28,1 kN	3
C'2	3,04 m	20,8 kN	2
D2	5,88 m	40,2 kN	4

Wände mit Betonaufkantung (Wände 1b, 1c, A1, A2, B'1, B'2, B'3, D1):

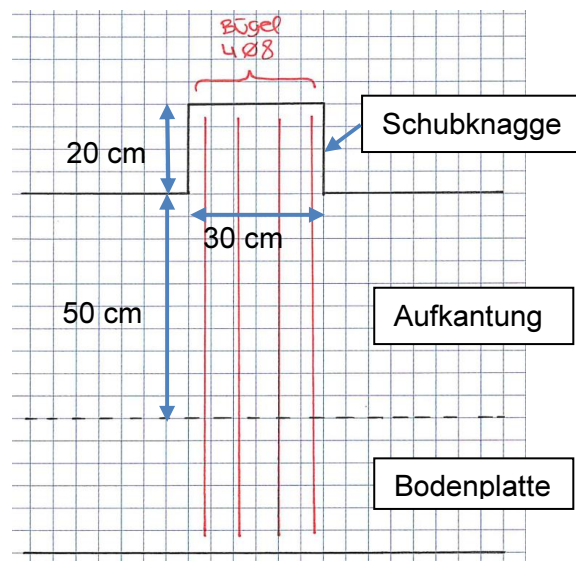
gewählt:

Ausbildung von Schubknaggen (Stahlbeton)

$b/h/l = 18/20/30 \text{ cm}$, C25/30

Verbundfuge verzahnt ausführen!

Bügelbewehrung je Schubknagge: $4\phi 8 - 2s$



Die Brettsperrholzwände sind im Bereich der vorgesehenen Schubknaggen auszusparen. Nach Herstellung der Betonaufkantung kann die Brettsperrholzwand in Position gebracht werden. Anschließend sind die Schubknaggen kraftschlüssig auszubetonieren. Die Verbundfuge ist verzahnt herzustellen!

Wandposition	Wandlänge L in m	Schubfluss $s_{v,d}$	Schubkraft $S_{v,d}$ $S_{v,d} = L \times s_{v,d}$	Anzahl Schubknaggen
1b	5,50 m	15,61 kN/m	85,9 kN	2
1c	3,70 m	17,87 kN/m	66,2 kN	2
A1	1,62 m	11,56 kN/m	18,7 kN	1
A2	1,62 m	11,56 kN/m	18,7 kN	1
B'1	3,75 m	16,80 kN/m	63,0 kN	2

B'2	2,60 m	11,57 kN/m	30,1 kN	1
B'3	1,88 m	11,57 kN/m	21,8 kN	1
D1	6,48 m	14,83 kN/m	96,1 kN	2

max. $S_{v,d} = 96,1 \text{ kN} \rightarrow$ Auslegung einer Schubknagge auf $S_{v,d} = 50 \text{ kN}$

Nachweis der Pressung der BSP-Wand:

KLH 7s 180 DQ

Pressfläche = Nettofläche der Hirnholzflächen:

$$A_{ef} = h \times t = h \times 0,06 \text{ m}$$

h = Höhe der ausbetonierten Schubknagge

$$t = (0,02 + 0,02 + 0,02) \text{ m} = 0,06 \text{ m} \text{ (Lagen mit Fasern parallel zu Lastrichtung)}$$

$$\sigma_{c,0,d} = N_{0,d} / A_{ef} \leq f_{c,0,d} = 1,0 \times 21 \text{ MN/m}^2 / 1,3 = 16,15 \text{ MN/m}^2 = 16150 \text{ kN/m}^2$$

$$50 \text{ kN} / (h \times 0,06 \text{ m}) \leq 16150 \text{ kN/m}^2$$

$$h_{\min} \geq 50 \text{ kN} / (16150 \text{ kN/m}^2 \times 0,06 \text{ m}) = 0,06 \text{ m}$$

gewählt: $h_{\min} = 0,20 \text{ m}$

Nachweis der Fuge/ Schubknagge:

Abmessung je Schubknagge: $b/h/l = 18/20/30 \text{ cm}$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / A_i = 50 \text{ kN} / (0,18 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) = 926 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{Rdi} = V_{Rdi,c} + V_{Rdi,s}$$

Traglastanteil der unbewehrten Fuge:

$$v_{Rdi,c} = c \times f_{ctd} + \mu \times \sigma_n = 0,5 \times 0,85 \times 1,8 \text{ N/mm}^2 / 1,3 + 0 = 0,588 \text{ N/mm}^2 = 588 \text{ kN/m}^2$$

($\gamma_c = 1,3$, da außergewöhnlicher Lastfall)

Traglastanteil der Fugenbewehrung:

$$v_{Rdi,s} = (A_s/A_i) \times f_{yd} \times (1,2 \times \mu \sin(\alpha) + \cos(\alpha))$$

mit A_s = Querschnitt der die Fuge kreuzenden Bewehrung je Längeneinheit

A_i = Verbundfläche

μ = 0,9 (verzahnte Fuge)

α = Winkel zwischen Fuge und kreuzender Bewehrung

Ermittlung der erforderlichen Bewehrung unter Vernachlässigung des Traglastanteils der unbewehrten Fuge:

$$v_{Ed} \leq v_{Rdi,c} = (A_s/A_i) \times f_{yd} \times (1,2 \times \mu \times \sin(\alpha) + \cos(\alpha))$$

$$A_s \geq (v_{Rdi,c} \times A_i) / (f_{yd} \times (1,2 \times \mu \times \sin(\alpha) + \cos(\alpha)))$$

$$\geq (926 \text{ kN/m}^2 \times (0,18 \text{ m} \times 0,3 \text{ m})) / (43,5 \text{ kN/cm}^2 \times 1,2 \times 0,9 \times \sin(90))$$

$$\geq 1,06 \text{ cm}^2$$

gewählte Bewehrung je Schubknagge: 4Ø8 Bügel – 2s



Hilti PROFIS Engineering 3.0.81

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. / Fax:
Befestigung: Beton - 24. Nov. 2022
Pos. Nr.:

Seite: 1
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 24.11.2022

Kommentare des Planers:

1 Eingabedaten

Dübeltyp und Größe:	HST3 M12 hef2
Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren):	50
Artikelnummer:	2105857 HST3 M12x295 220/200
Verfüllset oder geeignete Verfüllmethode	
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act} = 125,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$), $h_{nom} = 135,0 \text{ mm}$
Werkstoff:	
Zulassungs-Nr.:	ETA 98/0001
Ausgestellt / Gültig:	04.05.2021 | -
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch+ Seismik (Abschnitt 9, Anhang C)
Seismische Leistungskategorie:	C1
Seismische Bemessungsoption:	9.2(3) a2) Elastische Bemessung
Seismischer Lastanteil $\leq 20\%$:	keine
Abstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 120,0 \text{ mm}$
Ankerplatte ^R :	$l_x \times l_y \times t = 200,0 \text{ mm} \times 1.000,0 \text{ mm} \times 120,0 \text{ mm}$; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)
Profil:	kein Profil
Untergrund:	gerissener Beton, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 1.000,0 \text{ mm}$, Benutzerdefinierter Teilsicherheitsbeiwert des Materials $\gamma_c = 1,500$
Installation:	Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken
Bewehrung:	Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder \emptyset) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) Keine Randlängsbewehrung Spaltbewehrung gem. EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2) vorhanden



^R - Die Dübel Berechnung basiert auf der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte.



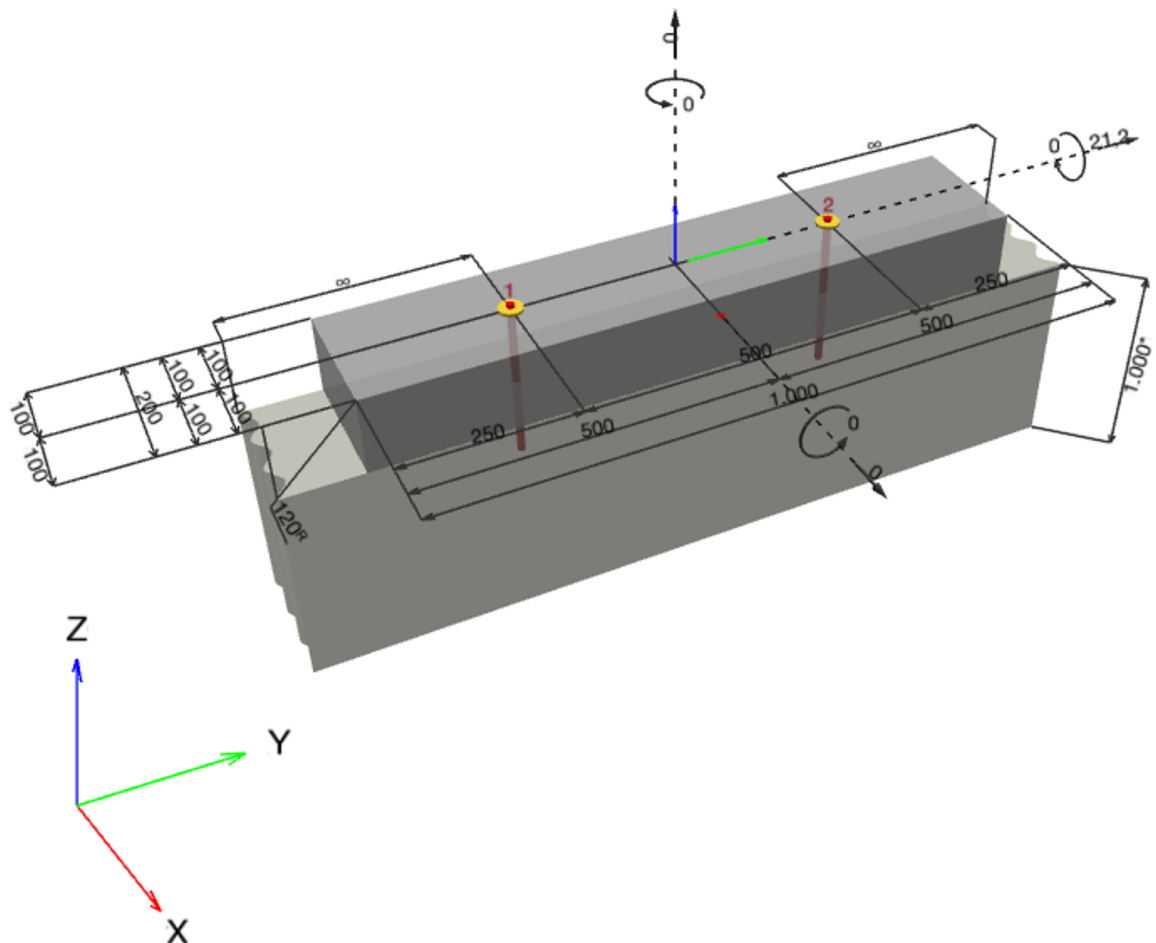
Hilti PROFIS Engineering 3.0.81

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. / Fax:
Befestigung: Beton - 24. Nov. 2022
Pos. Nr.:

Seite: 2
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 24.11.2022

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]



Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.81

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. / Fax:
Befestigung: Beton - 24. Nov. 2022
Pos. Nr.:

Seite: 3
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 24.11.2022

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	$N = 0,000; V_x = 0,000; V_y = 21,200;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	C1	keine	61

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte

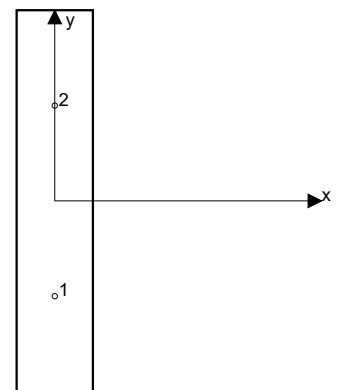
Resultierende Dübelkräfte [kN]

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	0,000	10,600	0,000	10,600
2	0,000	10,600	0,000	10,600

Maximale Betonstauchung: - [‰]
Maximale Betondruckspannung: - [N/mm²]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]

Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.





Hilti PROFIS Engineering 3.0.81

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. I Fax: |
Befestigung: Beton - 24. Nov. 2022
Pos. Nr.:

Seite: 4
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 24.11.2022

3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1, Anhang C, Abschnitt C.5)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)



Hilti PROFIS Engineering 3.0.81

www.hilti.de

Firma:		Seite:	5
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. | Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Beton - 24. Nov. 2022	Datum:	24.11.2022
Pos. Nr.:			

4 Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.2, Anhang C, Abschnitt C.5)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_v [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	10,600	21,896	49	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	10,600	38,877	28	OK
Betonkantenbruch, Richtung x-**	21,200	34,888	61	OK

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (relevante Dübel)

4.1 Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed,eq} \leq V_{Rd,s,eq} = \frac{V_{Rk,s,eq}}{\gamma_{Ms,V,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.2, Anhang C, Abschnitt C.5}$$

$$V_{Rk,s,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot k_7 \cdot V_{Rk,s,eq}^0 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.35), Gl. (C.8)}$$

$V_{Rk,s,eq}^0$ [kN]	k_7	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,s,eq}$ [kN]
32,200	1,000	1,000	0,850	27,370
$\gamma_{Ms,eq}$	$V_{Rd,s,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]		
1,250	21,896	10,600		



Hilti PROFIS Engineering 3.0.81

www.hilti.de

Firma:		Seite:	6
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Beton - 24. Nov. 2022	Datum:	24.11.2022
Pos. Nr.:			

4.2 Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed,eq} \leq V_{Rd,cp,eq} = \frac{V_{Rk,cp,eq}}{\gamma_{Mc,p,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.2, Anhang C, Abschnitt C.5}$$

$$V_{Rk,cp,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.39a), Gl. (C.8)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}^0}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.7)}$$

$A_{c,N} \text{ [mm}^2\text{]}$	$A_{c,N}^0 \text{ [mm}^2\text{]}$	$c_{cr,N} \text{ [mm]}$	$s_{cr,N} \text{ [mm]}$	k_8	$f_{c,cyl} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	
75.000	140.625	187,5	375,0	2,780	25,00	
$e_{c1,V} \text{ [mm]}$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V} \text{ [mm]}$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,860	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0 \text{ [kN]}$	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,cp,eq}^0 \text{ [kN]}$	$V_{Rk,cp,eq} \text{ [kN]}$	
7,700	53,805	1,000	0,850	68,607	58,316	
$\gamma_{M,c,p,eq}$	$V_{Rd,cp,eq} \text{ [kN]}$	$V_{Ed,eq} \text{ [kN]}$				
1,500	38,877	10,600				

Gruppe Dübel-ID

2



Hilti PROFIS Engineering 3.0.81

www.hilti.de

Firma:
 Adresse:
 Tel. / Fax:
 Befestigung: Beton - 24. Nov. 2022
 Pos. Nr.:

Seite: 7
 Bearbeiter:
 E-Mail:
 Datum: 24.11.2022

4.3 Betonkantenbruch, Richtung x-

$$V_{Ed,eq} \leq V_{Rd,c,eq} = \frac{V_{Rk,c,eq}}{\gamma_{M,c,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.2, Anhang C, Abschnitt C.5}$$

$$V_{Rk,c,eq} = k_T \cdot \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.40), Gl. (C.8)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1} \right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
125,0	12,00	1,700	0,112	0,065	25,00
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]			
100,0	90.000	45.000			
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,000	2,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,c,eq}$ [kN]	
15,392	1,0	1,000	0,850	52,333	
$\gamma_{M,c,eq}$	$V_{Rd,c,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]			
1,500	34,888	21,200			

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
 PROFIS Engineering (c) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.81

www.hilti.de

Firma:		Seite:	8
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. | Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	Beton - 24. Nov. 2022	Datum:	24.11.2022
Pos. Nr.:			

5 Warnungen / Hinweise

- Lastumlagerungen aufgrund von elastische Formänderung der Ankerplatte werden nicht berücksichtigt. Die Ankerplatte muss ausreichend steif sein, so dass sie sich unter den einwirkenden Kräften nicht verformt! Eingabedaten und Ergebnisse müssen mit den tatsächlichen Randbedingungen abgeglichen werden und auf Plausibilität geprüft!
- Beachten Sie Ihre nationalen Vorschriften hinsichtlich der korrekten Auswahl der seismischen Kategorie des Ankers.
- Die Bemessung ist nur gültig, wenn das Loch zum Beseitigen des Spiels erfüllt ist, Spiel gemäß EN 1992-4, Tabelle 6.1
- Die Lasteinleitung in den Untergrund muss gewährleistet sein gemäß EN 1992-4, Anhang A.
- Die Bemessung ist nur gültig, solange der Durchmesser des Loches in der Ankerplatte kleiner ist als die Werte in Tabelle 6.1 der Norm EN 1992-4. Für größere Durchmesser der Durchgangslöcher siehe Abs. 6.2.2 der Norm EN 1992-4.
- Die Liste der Zubehörteile in diesem Bericht ist nur zur Information des Anwenders. Die Setzanweisungen, die mit dem Produkt mitgeliefert werden, sind stets zu beachten, um eine korrekte Installation zu gewährleisten.
- Zur Bestimmung des $\psi_{re,v}$ (Betonkantenbruch) wird die in den Bemessungseinstellungen definierte Mindestbetondeckung als Betondeckung der Randbewehrung verwendet.
- Die Lastübertragung von der Zusatzbewehrung auf das tragende Bauteil ist vom zuständigen Tragwerksplaner zu überprüfen.
- Stellen Sie mit zusätzlicher Bewehrung und nachträglich installierten Dübeln sicher, dass die Bewehrungsstäbe auf der Baustelle nicht durchgebohrt werden.
- Die charakteristischen Verbundspannungswerte sind abhängig von der Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren): 50

Nachweis der Verankerung: OK!



Hilti PROFIS Engineering 3.0.81

www.hilti.de

Firma:
 Adresse:
 Tel. | Fax:
 Befestigung: Beton - 24. Nov. 2022
 Pos. Nr.:

Seite: 9
 Bearbeiter:
 E-Mail:
 Datum: 24.11.2022

6 Installationsdaten

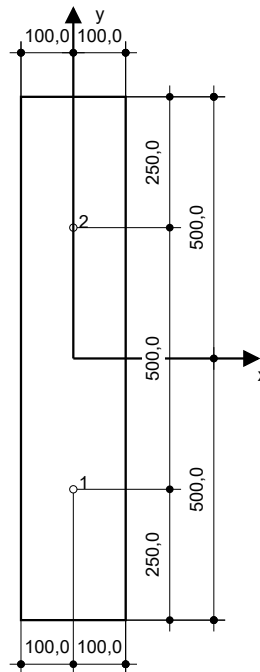
Ankerplatte, Stahl: S 235; E = 210.000,00 N/mm²; $f_{yk} = 235,00$ N/mm²
 Profil: kein Profil
 Durchmesser Durchgangsloch: $d_t = 14,0$ mm
 Plattendicke (Eingabe): 120,0 mm
 Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet
 Bohrmethode: Hammergebohrt
 Reinigungsart: Eine Reinigung ist nicht erforderlich

Dübeltyp und Größe: HST3 M12 hef2
 Artikelnummer: 2105857 HST3 M12x295 220/200
 Maximales Montagedrehmoment: 60 Nm
 Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 12,0 mm
 Bohrlochtiefe im Untergrund: 155,0 mm
 Minimale Bauteildicke gem. ETA: 175,0 mm

Hilti HST3 Bolzenanker mit 125 mm Verankerungstiefe, M12 hef2, Stahl galvanisiert, Installation gemäß ETA 98/0001, mit verfüllten Löchern mittels des Hilti Dynamic/Verfüllsets oder einer anderen geeigneten Methode

6.1 Erforderliches Zubehör

Bohren	Reinigen	Installieren
<ul style="list-style-type: none"> Geeigneter Hammerbohrer Hammerbohrer geeigneten Durchmessers 	<ul style="list-style-type: none"> Zubehör nicht erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> Hilti SIW 6AT-A22 + SI AT-A22 Drehmomentschlüssel Hammer



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c _x	c _{yx}	c _y	c _{xy}
1	0,0	-250,0	100,0	100,0	-	-
2	0,0	250,0	100,0	100,0	-	-

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
 PROFIS Engineering (c) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.81







www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. I Fax: |
Befestigung: Beton - 24. Nov. 2022
Pos. Nr.:

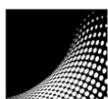
Seite: 10
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 24.11.2022

7 Bohren und Setzen

HST3 (-R) subject to:

Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling* 	TE2(-A) – TE30(-A)				TE40 – TE70	
Diamond core drilling* 	DD-30W, DD-EC1					
Setting tool* 	Setting tool HS-SC				-	
Hollow drill bit drilling* 	-	TE-CD, TE-YD				
Seismic Set/ Filling Set** 	Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)				-	
Impact Wrench and Adaptive Torque Module 	Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22				-	

*Installation methods provided in ETA-98/0001
**Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture:
No annular gap, double design resistance (agap=1)



IBC
Ingenieurbau-Consult

55124 Mainz • Im Niedergarten 12
Tel. 0 61 31 / 949 11 0 • Fax 0 61 31 / 919 11 144
E-Mail: info@ibc-ing.de • www.ibc-ing.de



Hilti PROFIS Engineering 3.0.81

www.hilti.de

Firma:		Seite:	11
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. | Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	Beton - 24. Nov. 2022	Datum:	24.11.2022
Pos. Nr.:			

8 Hinweise; Ihre Mitwirkungsverpflichtungen

- Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von Hilti-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz- und Montageanleitungen usw. von Hilti, die vom Anwender strikt eingehalten werden müssen. Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen Hilti-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Die Software dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Geeignetheit für eine bestimmte Anwendung.
- Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch die Software zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von Hilti angebotene Updates der Software durchführen. Sofern Sie nicht die AutoUpdate-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die Hilti-Website sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version der Software verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet Hilti nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

Nachweis Druckseite (Erdbeben)

Geometrische Randbedingungen:

Wanddicke [d]: 18 cm

Systemhöhe [h]: 3,85 m

Der Nachweis der Druckseite erfolgt für die Wand mit der größten Vertikallast in Kombination mit der größten Erdbebenlast.

Lastannahmen:

Vertikallasten

Summe $\Sigma G_k = 157 \text{ kN}$

$\Sigma Q_k = 83 \text{ kN}$

(vgl. Pos. 1-W05, 0-W05)

aus Erdbeben: $E_k = 81,5 \text{ kN}$

(vgl. Nachweis der Brettsperrholzwand -
Zugkräfte)

Anforderungen an die Holzbauteile:

Nutzungsklasse: 1

gewählte Holzfestigkeit: BSP KLH 7s 180 DQ

Nachweise	Eingehalten
Stütze	KLH 7s 180 DQ 100.0 / 18.0

1. Vorbemerkungen

Bemessungsnorm: EC5 mit NAD - Deutsch

Feuerwiderstandsklasse R30

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

1.1. Normen und Zulassungen

Diese Berechnung basiert auf folgenden Dokumenten:

Dok. Nr.	Dokument	Erstellt	Gültig bis
DIN EN 1995-1-1/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationaler Anhang Deutschland	08.2013	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Einwirkungen auf Tragwerke	12.2010	-
EN 1995-1-2	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall	12.2010	-
DIN EN 1995-1-2/NA	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten im Brandfall-NA Deutschland	12.2010	-
ETA-06/0138	ETA: KLH-CLT	18.01.2021	-
Teilprojekt 15	TP 15: Flächen aus Brettsper Holz	2009	-
Veröffentlichung	proHolz Austria: Brettsper Holz Bemessung	07.2013	-

1.2. verwendete Lastkombinationen

Tragfähigkeit

1.35 g	1.35 g + 1.50 p
--------	-----------------

Brandbemessung

g	g + 0.30 p
---	------------

außergewöhnlich

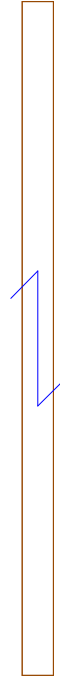
g + e	g + e + 0.50 p
-------	----------------

Gebrauchstauglichkeit charakteristisch

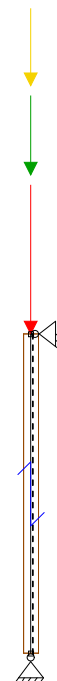
g	g + p
---	-------

2. Eingabedaten

2.1. konstruktives System



2.2. statisches System



2.3. Systemgeometrie

Stablänge 1	3.850 m
-------------	---------

2.4. Querschnittsgeometrie

Querschnittsaufbau BSPH-Wand

Schicht			Dicke mm	Material	Anmerkung
1	tragend	längs	30.00	C24 NSI	
2	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
3	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
4	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
5	tragend	längs	30.00	C24 KLH	
6	tragend	quer	20.00	C24 KLH	
7	tragend	längs	30.00	C24 NSI	

2.5. Lasten charakteristisch E_k

Lastfallgr.	Lasttyp	Richtung	Stab	P1	x1 [m]	Geb. Kat
e - Erdbeben	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	81.50 [kN]		-
g - Ständige Lasten	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	157.00 [kN]		-
g- Bauteil	Linienlast	Gewicht entlang Stabachse	1	0.90 [kN/m]		-
p - Veränderliche Lasten	Punktlast	Gewicht entlang Stabachse	1	83.00 [kN]		B

2.6. Nutzungsklassen der Stäbe

Stab	NKL
1	1 - Beheizt

2.7. Auflager

Auflager	AB mm	AT mm	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad	Anmerkung
A	0.00	1000.00	fest	fest	fest	0.00	0.00	0.00	-
B	0.00	1000.00	fest	fest	0.00	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Stabanschlüsse

StabNr./KnotenNr.	F_x kN/m	F_y kN/m	F_z kN/m	M_x kNm/rad	M_y kNm/rad	M_z kNm/rad
1/A, 1/B	fest	fest	fest	fest	fest	fest

2.9. Grenzwerte für Durchbiegungen, Kipp- und Knicklängen

Stab	zul. Durchbiegungen	I [m]	Knicklänge Y [m]	Knicklänge Z [m]	Kipplänge [m]
1	$l/300$; $l/200$; $l/300$	3.85	3.85	3.85	3.85

2.10. Brandfall

Feuerwiderstandsklasse R30

Stab	Beflammung	$t_{\text{geschützt}}$ min	Knicklänge Y m	Knicklänge Z m	Kipplänge m
1	2-seitig	0.00	3.85	3.85	3.85

3. Rechenwerte

3.1. Querschnittswerte Brettsper Holz

BSPH-Wand

$B_{A,z}$ kNm ²	$B_{B,z}$ kNm ²	$EI_{eff}(B_z)$ kNm ²	S_x kN	D_x kN
108.00	4500.00	4608.00	16911.76	1440000.00

Schichtmaterialien

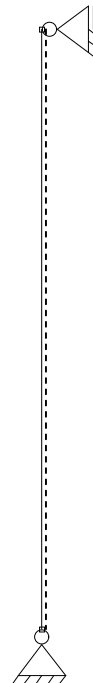
Identnummer	Material	$f_{m,y,k}$ N/mm ²	$f_{m,z,k}$ N/mm ²	$f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{c,90,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ N/mm ²
C24 NSI	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12
C24 KLH	KLH_VH_C24	24.00	24.00	21.00	2.70	14.50	0.12

Identnummer	$f_{v,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ N/mm ²	G_{mean} N/mm ²	$E_{90,mean}$ N/mm ²	$E_{0,5}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_M
C24 NSI	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30
C24 KLH	4.00	12000	690	450	8000	350	1.30

3.2. Schnittgrößen

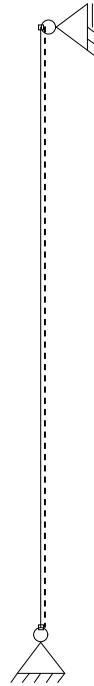
3.2.1. Moment um y

Hüllkurve der Bemessungswerte



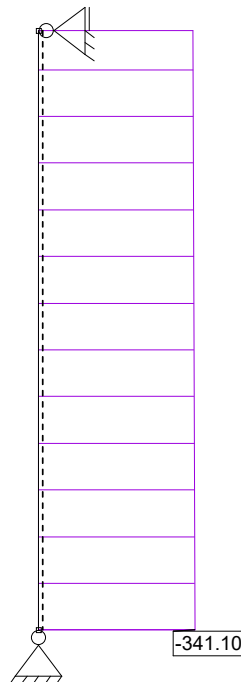
3.2.2. Querkraft in z

Hüllkurve der Bemessungswerte



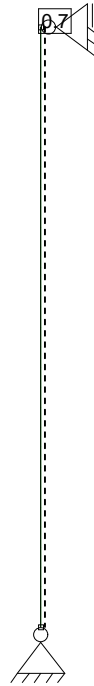
3.2.3. Normalkraft

Hüllkurve der Bemessungswerte



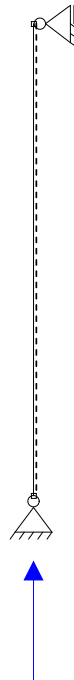
3.2.4. Durchbiegung

Enddurchbiegung (w_{fin})



3.2.5. Auflagerkräfte

Maximale Bemessungswerte



3.3. Brandfall

Abbrandverfahren: Methode mit reduziertem Querschnitt (nach EN 1995-1-2 Abschnitt 4.2.2)

Stab	B _{Ax} kNm ²	B _{Bx} kNm ²	El _{eff} (B _x) kNm ²	S _x kN	D _x kN	d ₀ [mm]	Abbrandrate [mm/min]
1	54.55	1074.09	1128.64	12343.83	876000.00	7.00	0.55/0.80/0.80

BSPH-Wand

	Bezeichnung		normal	beflammt	
Schicht 1	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Schicht 2	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 3	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 4	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 5	C24 KLH	längs	30.0	30.0	[mm]
Schicht 6	C24 KLH	quer	20.0	20.0	[mm]
Schicht 7	C24 NSI	längs	30.0	6.5	[mm]
Breite b			1000.0	1000.0	[mm]

4. Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.1. Übersicht der maßgebenden Nachweise

4.1.1. BSPH-Wand

Normalbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.03 < 1,0	✓	g	Knoten A
Schubspannung	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A
Stabilität	0.33 < 1,0	✓	g + p	Knoten A
elastische Durchbiegung (w _{inst})	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A
Enddurchbiegung (w _{en})	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A
Optik (w _{net,fin})	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A

Außergewöhnliche Einwirkung: eb

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.01 < 1,0	✓	g + eb + p	Knoten A
Schubspannung	0.00 < 1,0	✓	g + eb	Knoten A
Stabilität	0.15 < 1,0	✓	g + eb + p	Knoten A

Brandbemessung

Beschreibung	Ausnutzung		LK	Stelle
Biege- und Normalspannung	0.11 < 1,0	✓	g + p	Knoten A
Schubspannung	0.00 < 1,0	✓	g	Knoten A
Stabilität	0.34 < 1,0	✓	g + p	Knoten A

4.2. charakteristische Auflagerkräfte kN

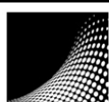
	g	p	eb		g	p	eb
A _{Fx,k}	0.00	0.00	0.00	B _{Fx,k}	0.00	0.00	0.00
A _{Fz,max,k}	160.47	83.00	81.50				
A _{Fz,min,k}	160.47	0.00	0.00				

4.3. größte Bemessungsaullagerkräfte kN

	ständig	mittel	außergewöhnlich 1
--	---------	--------	-------------------

www.dc-statik.com

berechnet mit DC-Statik



IBC
 Ingenieurbau-Consult

55124 Mainz • Im Niedergarten 12
 Tel. 0 61 31 / 949 11 0 • Fax 0 61 31 / 919 11 144
 E-Mail: info@ibc-ing.de • www.ibc-ing.de

$A_{Fz,d}$	216.63	341.13	283.47
------------	--------	--------	--------

4.4. abhebende Bemessungsauflagerkräfte kN

Die Belastung des vorliegenden Systems ruft keine abhebenden Bemessungsauflagerkräfte hervor!

4.5. Nachweise im Detail

4.5.1. BSPH-Wand: Normalbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{f_{t,0,d}} + \frac{E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{k_l \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,03 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{d,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	k_l	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
0.00	12000.00	4608.00	0.00	1.000	11.08	-216.63	8.33	1.81	9.69	0.600

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ Nachweis eingehalten

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²	k_{mod}
0.00	0.00	4608.00	0.00	1.02	1.100

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	l_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.675	1.156	1.156	0.100	68.059	3.850	56.6

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: 1.35 g + 1.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,33 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$E_{x,i}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ N/mm ²	k_{cy}	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	k_{mod}
12000.00	-341.13	1440000.00	2.84	0.675	12.92	0.800

elastische Durchbiegung (w_{inst})

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm
0.00	12.83

Enddurchbiegung (w_{fin})

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	19.25	0.600

Optik ($w_{net,fin}$)

Stelle der max. Durchbiegung: Knoten A

maßgebende LK: 1.60 g

w/zul. w

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

w mm	zul. w mm	k_{def}
0.00	12.83	0.600

4.5.2. BSPH-Wand: Außergewöhnliche Einwirkung: eb

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + e + 0.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x} + E_x(z) \cdot \frac{M_{x,d}}{B_x} \cdot z}{f_{t,0,d} + k_l \cdot f_{m,d}}$$

$\eta = 0,01 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$M_{y,d}$ kNm	$E_{0,mean}$ N/mm ²	$EI_{eff}(B_x)$ kNm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	k_l	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ_N N/mm ²	$f_{c,0,d}$ N/mm ²
0.00	12000.00	4608.00	0.00	1.000	26.40	-283.47	8.33	2.36	23.10

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + e

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$V_{x,d}$ kN	S_x kN	$E I_{eff} (B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
0.00	0.00	4608.00	0.00	1.32

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{eff} m	$i_{y,0,eff}$ mm
0.675	1.156	1.156	0.100	68.059	3.850	56.6

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + e + 0.50 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,15 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$E_{x,i}$ N/mm ²	N_d kN	D_x kN	σ N/mm ²	$k_{c,y}$	$f_{c,0,d}$ N/mm ²
12000.00	-283.47	1440000.00	2.36	0.675	23.10

4.5.3. BSPH-Wand: Brandbemessung

Biege- und Normalspannung

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{f_{c,0,d}}$$

$\eta = 0,11 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

N_d kN	$f_{c,0,d,ff}$ N/mm ²	σ N/mm ²	D_x kN
-185.37	24.15	2.54	876000.00

Schubspannung

Das größte Verhältnis aus Schubspannung und Schubfestigkeit besteht in einer Querlage des Querschnitts.

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g

$$\eta = \frac{\frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot V_{xz}}{f_{r,d}}$$

$\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$V_{z,d}$ kN	S_x kN	$E I_{eff} (B_x)$ kNm ²	τ N/mm ²	$f_{r,d}$ N/mm ²
0.00	0.00	1128.64	0.00	1.20

Ermittlung Knickbeiwert

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_y = 0,5 \left[(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \right]$$

Rechenwerte:

$k_{c,y}$	k_y	$\lambda_{rel,y}$	β_c	λ_y	I_{ef} m	$i_{y,0,ef}$ mm
0.306	2.102	2.102	0.100	107.259	3.850	35.9

Stabilität

Stelle der max. Spannung: Knoten A

maßgebende LK: g + 0.30 p

$$\eta = \frac{E_{x,i} \cdot \frac{N_{x,d}}{D_x}}{k_c \cdot f_{c,0,d}}$$

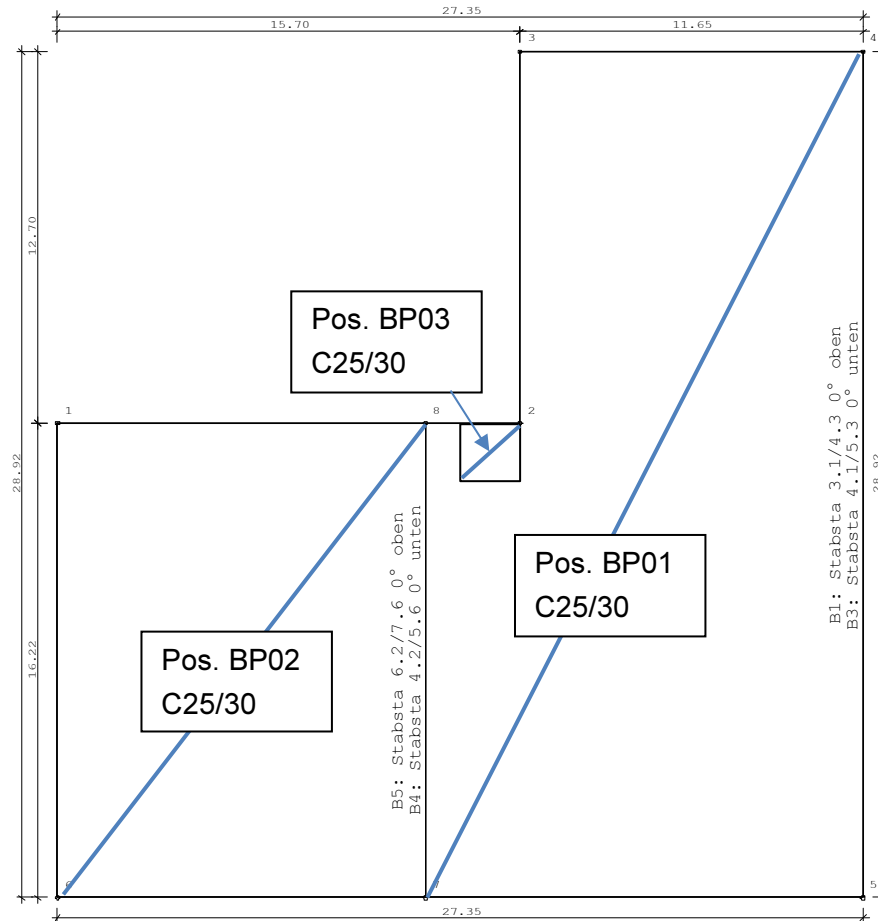
$\eta = 0,34 < 1,0 \Rightarrow$ **Nachweis eingehalten**

Rechenwerte:

$E_{x,i}$ N/mm ²	$N_{d,i}$ kN	D_x kN	σ N/mm ²	$k_{c,z}$	$f_{c,0,d,i}$ N/mm ²
12000.00	-185.37	876000.00	2.54	0.306	24.15

Gründung

Übersicht Bodenplatte



Die Bodenplattenpositionen Pos. BP01 und BP02 wurden in einem gemeinsamen Modell modelliert (Bemessungsergebnisse siehe Pos. BP01 & BP02 – Bodenplatte h = 30 cm). Die Aufzugsunterfahrt Pos. BP03 (h = 30 cm) wird separat betrachtet.

Position: BP01 - Bodenplatte h = 30 cm

Geometrische Randbedingungen:

Plattendicke [h]: 30 cm

Lastannahmen:

Ausbaulasten g_k : 2,50 kN/m²

Verkehrslast q_k : 6,00 kN/m²

Anforderungen an das Stahlbetonbauteil:

Expositionsklasse: oben XC1, W0 / unten XC2, WF

gewählte Betondruckfestigkeit: C25/30 - Überwachungsklasse 1

gewählte Betondeckung: oben 25 mm / unten 35 mm

Rechenwert der Rissbreite w_k oben 0,4 mm / unten 0,3 mm

Gründungsvorgaben:

Bettungsmodul: 30 MN/m³

Die Frostsicherheit wird durch eine frostsichere Tragschicht ($d \geq 60$ cm) sichergestellt. Umlaufend ist ein Überstand der Tragschicht von mind. 30 cm einzuhalten. Die Vorgaben und Hinweise des Bodengutachters sind zu beachten!

Gewählte Bewehrung:

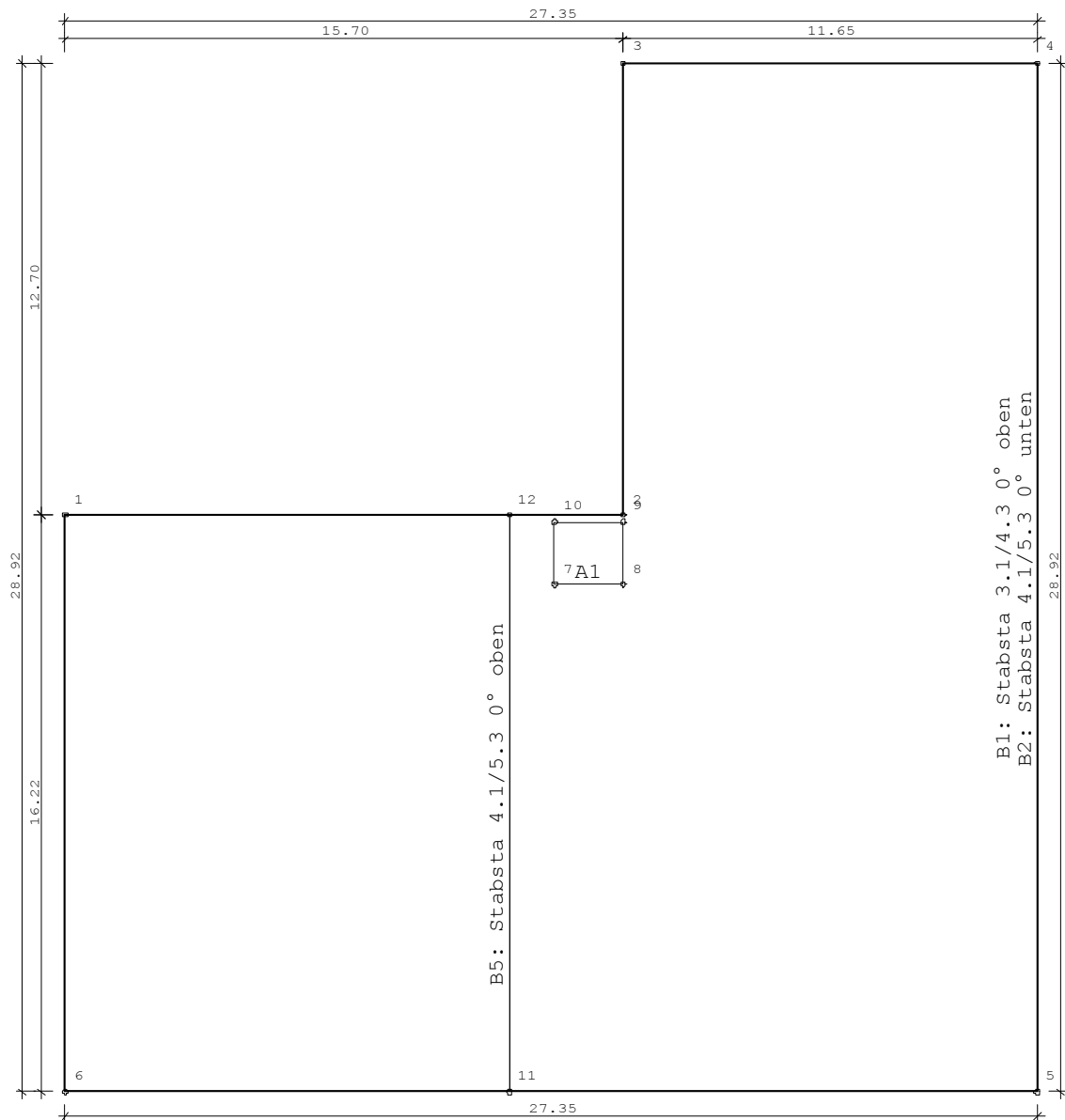
Grundbewehrung unten:	$\varnothing 12/15$ (= 7,54 cm ² /m)
Grundbewehrung oben:	$\varnothing 12/15$ (= 7,54 cm ² /m)
Deckenränder:	Stecker $\varnothing 12/15$ mit 2 $\varnothing 12$ längs
Aufkantung:	Verbügelung $\varnothing 8/15$ 3 $\varnothing 12$ oben

Position: BP01 & BP02 - Bodenplatte h = 30 cm

Platten mit finiten Elementen PLT 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Grundriss

Maßstab 1 : 200



Übersicht

Plattendicke	30 [cm]
Bettungsmodul	30000 [kN/m³]
Systempunkte	12
Aussparungen	1
Bewehrungsbereiche, unten	1
Bewehrungsbereiche, oben	2

Material

Beton			C 25/30
E-Modul			3100 [kN/cm ²]
Querdehnzahl			0.20
Spezifisches Gewicht			25 [kN/m ³]
Temperaturausdehnungskoeffizient			1.0e-05 [1/Grad]
Bewehrungsstahl			B500A
Bewehrungslagen, oben	d-1 : 2.8	d-2 :	4.0 [cm]
Bewehrungslagen, unten	d-1 : 3.6	d-2 :	4.8 [cm]

Bemessung: Einstellungen

Norm DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12

Global vorgegebene Längsbewehrung

- Unter-/Überzüge
oben 4.0 [cm²]
unten 4.0 [cm²]

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung

- Platte
Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung
eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) NEIN
- Unter-/Überzüge
Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung
eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) JA

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung

Ermittlung des Hebelarms der inneren Kräfte mit
den kz-Werten aus der Biegebemessung

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Platte

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit
dem jeweils maximalen Wert aus
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung
- einem eventuell vorhandene Bewehrungsbereich
Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]
Cotangens 3.0 [1]
Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN
Genauere Ermittlung des inneren Hebelarms und
der Betondeckung (ab Version 01/2007) JA

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Unter-/Überzüge

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit
dem jeweils maximalen Wert aus
- der global vorgegebenen Bewehrung
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung
Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]
Cotangens 3.0 [1]
Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN
Berücksichtigung von Torsion JA

FE-Eigenschaften

FE-Netz Viereck-Elemente
mit dreieckigen Übergangselementen
Anzahl der Knoten 6654
Anzahl der Elemente 6469
Durchschnittliche Elementgröße 30 [cm]
Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte 1.0
Berücksichtigung der Schubverformung der Platte NEIN
Berechnung der Element-Ergebnisse an den Mittelpunkten der Element-Seiten

Systempunkte

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	0.000	16.220	2	15.700	16.220
3	15.700	28.920	4	27.350	28.920
5	27.350	0.000	6	0.000	0.000
7	13.770	14.270	8	15.700	14.270
9	15.700	16.020	10	13.770	16.020
11	12.500	0.000	12	12.500	16.220

Platte

Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	6			
2	6	5			
3	5	4			
4	4	3			
5	3	2			
6	2	1			

Aussparungen

Nummer	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	7	8			
	2	8	9			
	3	9	10			
	4	10	7			

Untere Bewehrungsbereiche

Geometrie

Nummer	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
2	1	3	2			
	2	2	1			
	3	1	6			
	4	6	5			
	5	5	4			
	6	4	3			

Daten

Nummer	Typ	Bewehrung as-1 [cm ² /m]	as-2 [cm ² /m]	Lage d-1 [cm]	d-2 [cm]	Richtung [Grad]	Trag- richt.- bereich
2	Stabstahl	7.54	7.54	4.1	5.3	0.0	NEIN

Obere Bewehrungsbereiche

Geometrie

Nummer	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	3	2			
	2	2	12			
	3	12	11			
	4	11	5			
	5	5	4			
	6	4	3			
5	1	6	11			
	2	11	12			
	3	12	1			
	4	1	6			

Daten

Nummer	Typ	Bewehrung		Lage		Richtung [Grad]	Trag- richt.- bereich
		as-1 [cm ² /m]	as-2 [cm ² /m]	d-1 [cm]	d-2 [cm]		
1	Stabstahl	7.54	7.54	3.1	4.3	0.0	NEIN
5	Stabstahl	7.54	7.54	4.1	5.3	0.0	NEIN

Übersicht

Art	ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	JA
Einwirkung	ständig
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.35
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	8
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	2
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	1673 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	4411 [kN]
Summe aller Lasten	6085 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	0 [kN]
Summe des Sohldrucks	6085 [kN]
Summe aller Reaktionen	6085 [kN]

HINWEIS

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.

Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 1 "Lastfall G"

Lastfall 1 "Lastfall G"

Lasten

-> Siehe Anhang Pläne

Übersicht

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. A: Wohngebäude
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	22
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	5
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	1228 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	0 [kN]
Summe des Sohldrucks	1228 [kN]
Summe aller Reaktionen	1228 [kN]

HINWEIS

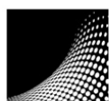
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 2 "Lastfall Q"

Lastfall 2 "Lastfall Q"

Lasten

-> Siehe Anhang Pläne



Übersicht

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. A: Wohngebäude
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	22
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	6
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	2467 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	0 [kN]
Summe des Sohldrucks	2467 [kN]
Summe aller Reaktionen	2467 [kN]

HINWEIS

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 3 "Lastfall Q2"

Lastfall 3 "Lastfall Q2"

Lasten

-> Siehe Anhang Pläne

Übersicht

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. A: Wohngebäude
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	14
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	3
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	628 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	0 [kN]
Summe des Sohldrucks	628 [kN]
Summe aller Reaktionen	628 [kN]

HINWEIS

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 4 "Lastfall Q3"

Lastfall 4 "Lastfall Q3"

Lasten

-> Siehe Anhang Pläne

Übersicht

Art	ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	ständig
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.35
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	56
Punktlasten	2
Linienlasten	53
Flächenlasten	0
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	4601 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	0 [kN]
Summe des Sohldrucks	4601 [kN]
Summe aller Reaktionen	4601 [kN]

HINWEIS

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 5 "Lastfall GU"

Lastfall 5 "Lastfall GU"

Lasten

-> Siehe Anhang Pläne

Übersicht

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. A: Wohngebäude
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	56
Punktlasten	2
Linienlasten	53
Flächenlasten	0
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	2929 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	0 [kN]
Summe des Sohldrucks	2929 [kN]
Summe aller Reaktionen	2929 [kN]

HINWEIS

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 6 "Lastfall QU"

Lastfall 6 "Lastfall QU"

Lasten

-> Siehe Anhang Pläne

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
3	Lastfall Q2	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
4	Lastfall Q3	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
5	Lastfall GU	ständig	nein	g	ständig	-
6	Lastfall QU	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	1	Kat. A: Wohngebäude	nicht ständig

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Durchbiegungen [mm] - MAX
-> Siehe Anhang Pläne

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Durchbiegungen [mm] - MIN
-> Siehe Anhang Pläne

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Sohldruck [kN/m²] - MAX
-> Siehe Anhang Pläne

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Sohldruck [kN/m²] - MIN
-> Siehe Anhang Pläne

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
3	Lastfall Q2	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
4	Lastfall Q3	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
5	Lastfall GU	ständig	nein	g	ständig	-
6	Lastfall QU	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art	Teilsicherheit sup	Teilsicherheit inf	Kombination leitend	Kombination nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	1	Kat. A: Wohngebäude	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.70
Teilsicherheitsbeiwert Beton				1.50			
Teilsicherheitsbeiwert Stahl				1.15			

HINWEIS: Bemessungswerte

Alle Ergebnisse einer Lastfallüberlagerung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte ermittelt: DIN EN 1990/NA:2010-12

HINWEIS: Kombinationsbeiwerte

Bei der Kombination der unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen wird an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unter allen unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen die jeweils vorherrschende Einwirkung ermittelt. Allgemein sind an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unterschiedliche Einwirkungen maßgebend für die vorherrschende Einwirkung.

Die jeweils gefundene vorherrschende Einwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00. Liegt nur eine einzige veränderliche Einwirkung vor, so ist diese vorherrschend.

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
 Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 -> Siehe Anhang Pläne

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
 Bewehrung, unten: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 -> Siehe Anhang Pläne

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
 Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 -> Siehe Anhang Pläne

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
 Bewehrung, oben: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 -> Siehe Anhang Pläne

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

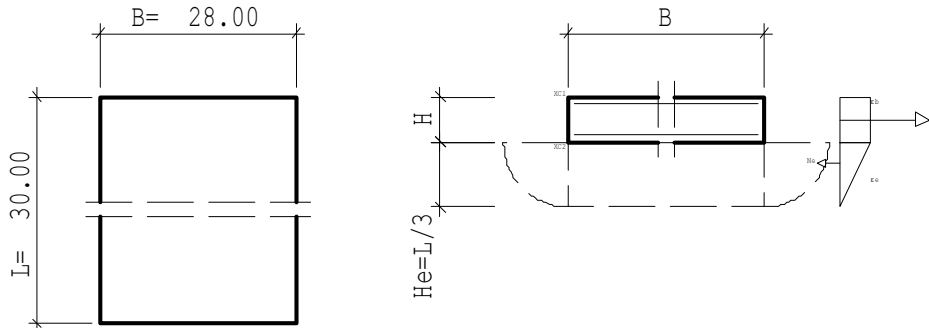
Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - $V_{Ed} / V_{Rd,c}$, $V_{Ed} / V_{Rd,max}$, Schub-Bewehrung [cm^2/m^2]

-> Siehe Anhang Pläne

Position: BP01 & BP02 - Rissbreitennachweis max. Biegezwang unten

Rissbreitennachweis B11 02/21A (Frilo R-2021-2/P10)

Maßstab 1 : 50



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Betonstahl B500B

Beton C 25/30

$t \geq 28d$ (normale Erh.)

Betonzugfestigkeit $f_{cteff} = 2.56 \text{ N/mm}^2$

E-Modul Beton $\alpha E = 1.00$ (Zuschlagstoffe)

$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$

Kriechzahl

Luftfeuchte

LU = 50 %

Zement Typ N,R

Belastungsalter

$t_0 = 8$ Tage

$t = \text{unendlich}$

Kriechzahl

$\phi(t_0, t) = 3.14$

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	W0	W0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC2
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$
reduziertes c_{min}		$\geq C 16/20$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$	$c_{min,l} = 15 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 22 \text{ mm}$	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 22 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 30 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$

*5: Verbund maßgebend

BODENPLATTE

Abmessungen B = 28.00 m H = 0.30 m

L = 30.00 m

Bewehrung $d_{ob} = 4.0 \text{ cm}$ $d_{un} = 5.0 \text{ cm}$

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Es wird die in Richtung der Seite L verlaufende Zwangskraft bestimmt.

Verfahren nach DAfStb Heft 466

Bodenplatte:

$\Delta T = -25.00 \text{ K}$ $\alpha T = 10.00 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$

$\epsilon_b = -0.250 \text{ o/oo}$ $C_b = 9.3000 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}$

Baugrund:

$E_e = 50.00 \text{ MN/m}^2$ $C_e = 9.6180 \cdot 10^6 \text{ KN}$

kein Unterbeton

$N_{zw} = 82.82 \text{ kN/m}$

Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 $\text{cal } \varphi = 32.5 \text{ Grd}$ $\mu = 0.56$
 $\gamma_R = 1.35$ $\mu_d = 0.75$
 $N_{zw} = 84.66 \text{ kN/m}$
maßgebend: $N_{zw} = 82.82 \text{ kN/m}$

NACHWEIS RISSBREITE

$w_{\max} = 0.30 \text{ mm}$ $d_s = 12.0 \text{ mm}$

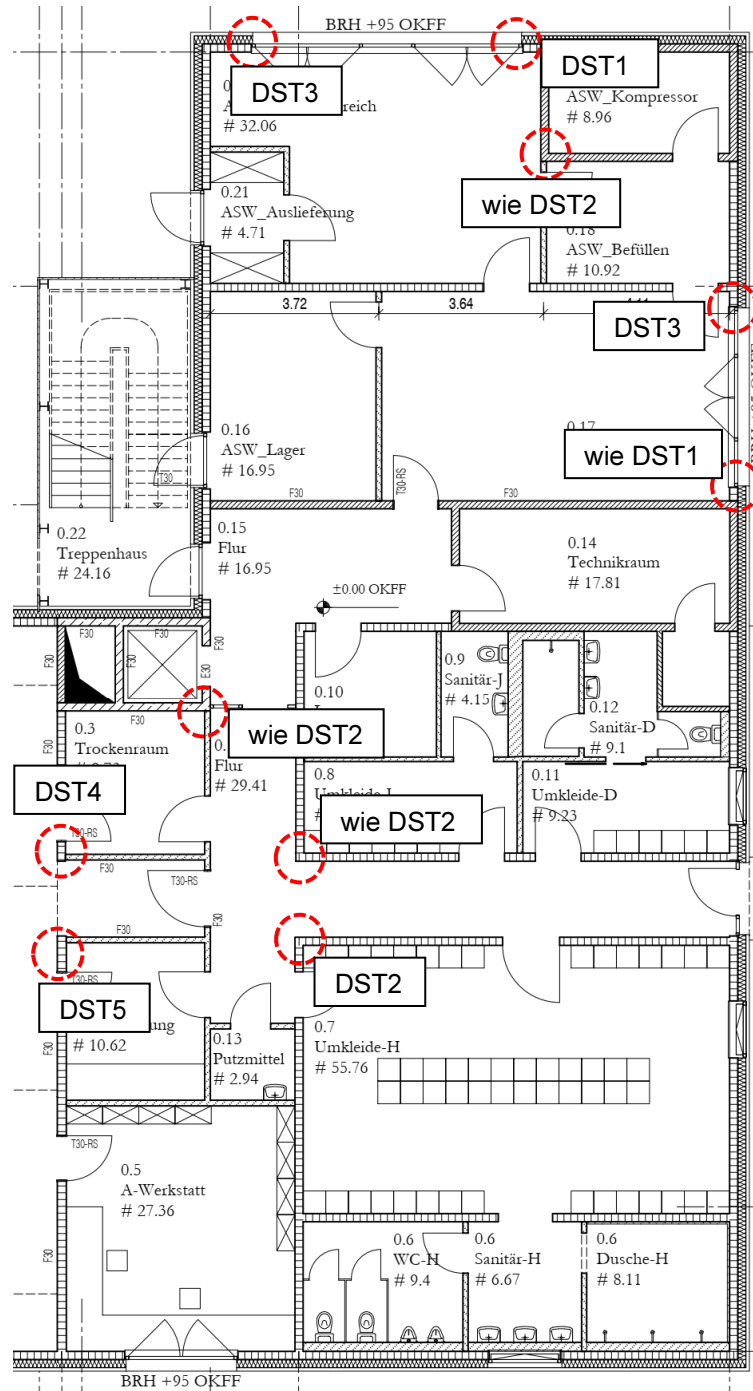
Zwang aus Hydratation (Dauerlast $k_t = 0.4$)

Biegezwang $N_x = 82.82 \text{ kN/m}$ $M_y = 34.33 \text{ kNm/m}$
gewählt: $A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
Dehnung mit $\varphi = 3.14$ $\varepsilon_1 = -0.48 \text{ o/oo}$ $\varepsilon_2 = 1.76 \text{ o/oo}$
Druckzonenhöhe $X = 63.9 \text{ mm}$
 $\varepsilon_{2s} = 1.39 \text{ o/oo}$ $F_s = 196.7 \text{ kN/m}$
 $h_{eff} = 7.9 \text{ cm}$ $F_{cre} = 201.9 \text{ kN/m}$
erforderlich: $A_{su} = 7.09 \text{ cm}^2/\text{m}$

Die Bewehrung ist über die Seite B zu verteilen.

Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

Übersicht:

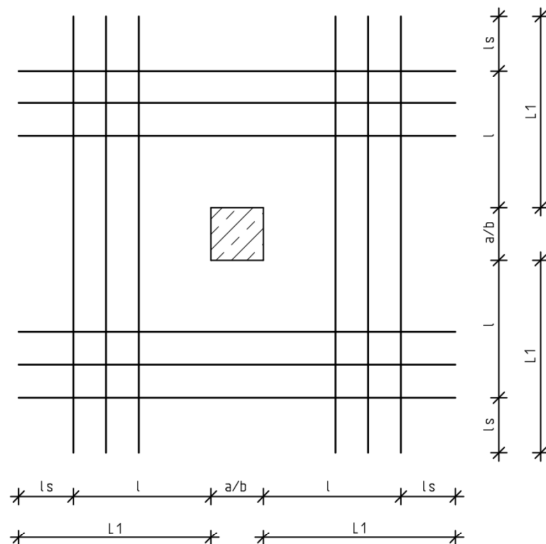


DST-Nr.	V _{Ed}	Grundbewehrung	Zulage unten	Dübelleisten
---------	-----------------	----------------	--------------	--------------

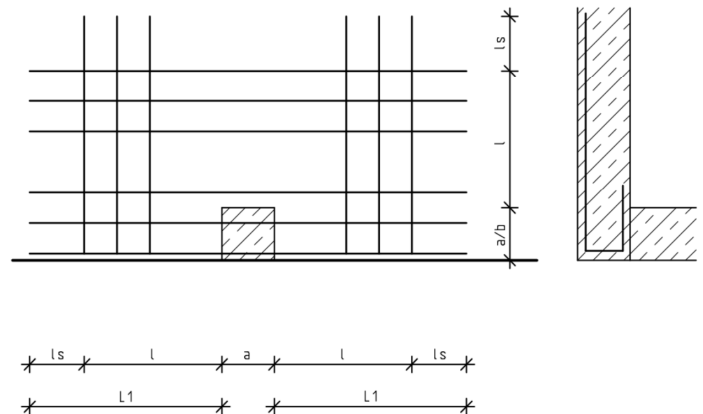
BP01-DST1 (Randstütze)	100 kN	Ø12/15 #	keine	keine
BP01-DST2 (Wanddecke)	145 kN	Ø12/15 #	keine	keine
BP01-DST3 (Wandende)	80 kN	Ø12/15 #	keine	keine
BP01-DST4 (Innenstütze)	200 kN	Ø12/15 #	keine	keine
BP01-DST4 (Wandende)	160 kN	Ø12/15 #	keine	keine

Bewehrungsführung Durchstanzzulage

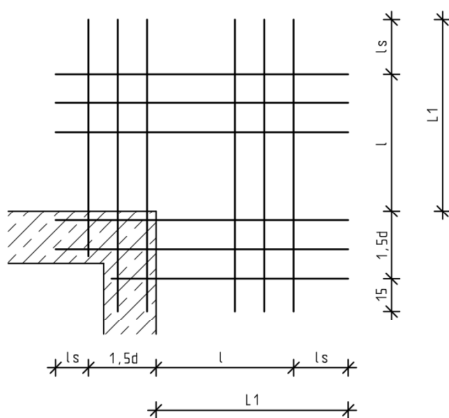
Innenstütze



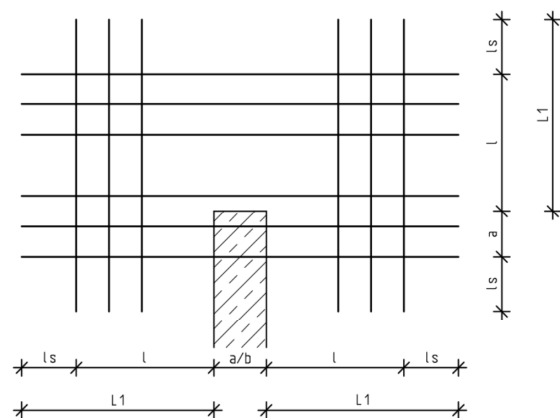
Randstütze



Wanddecke



Wandende



$$l = \max (3,0d \text{ bzw. } L_{\text{Doppelsteife}} + 1,5d)$$

$$L1 = l + l_s$$

Position: BP01 - DST1

Durchstanztyp:	Randstütze, rechteckig
Bodenplattenstärke:	$h = 30 \text{ cm}$
Gewählte Betondruckfestigkeitsklasse:	C25/30
Abmessungen:	38/18 cm
Bemessungslast:	$V_{Ed} = 110 \text{ kN}$ (aus Pos. 0-S03)
Bodenpressung σ_d :	0 kN/m^2 (sichere Seite)

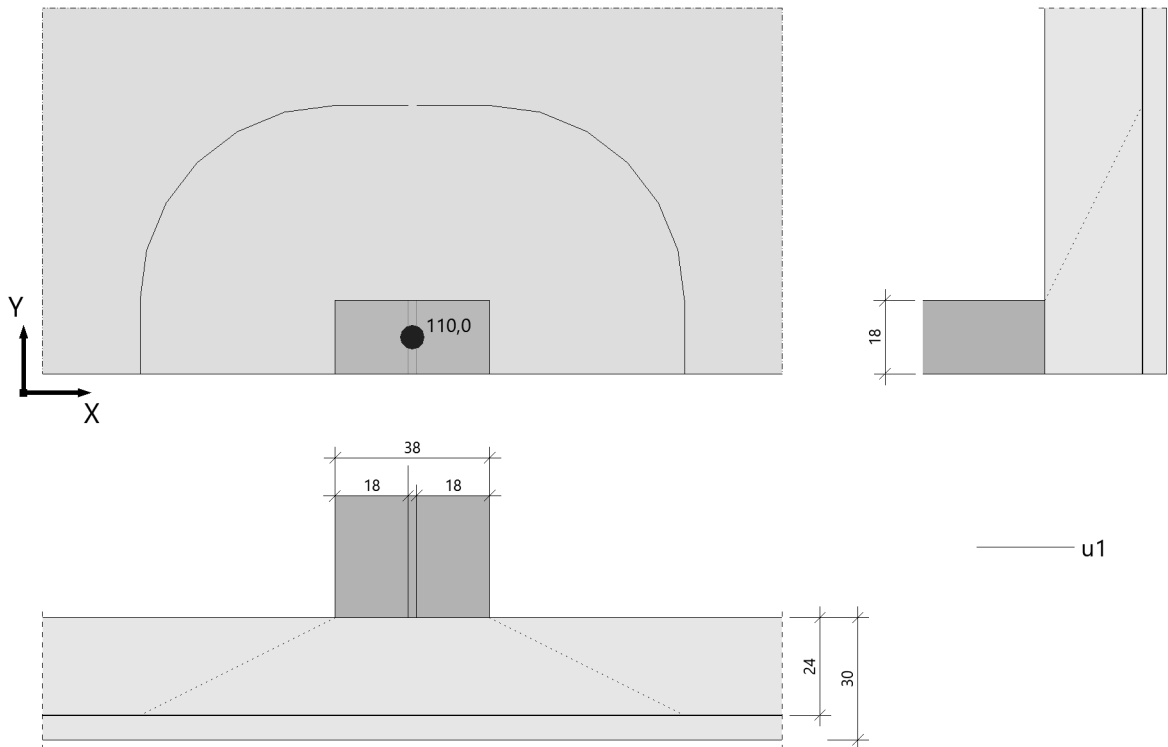
Gewählte Bewehrung

	Grundbewehrung	Zulagebewehrung
obere Lage	$\varnothing 12/15 \text{ \#}$ (= $7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$)	keine

Position: BP01 - DST1

Durchstanzen B6+ 02/21B (FRILO R-2021-2/P10)

Grafik



Geometrie und Material

Fundamentplatte	$h =$	30.0 cm	$d_m =$	24.0 cm
Randstütze	$c_x =$	38.0 cm	$c_y =$	18.0 cm
Randabst. Stützenkante	$r_y =$	0.00 m		
Betondeckung	$c_u =$	3.5 cm	$c_o =$	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 25/30	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	25.0 N/mm ²	$f_{yk} =$	500.0 N/mm ²

Die Lasteinleitungsfläche (Stützenquerschnitt) überschreitet Grenzwerte:
 ($a > 2 \cdot b$);

Die Lasteintragung wird auf ecknahe Bereiche begrenzt.

Der kritische Rundschnitt wird aufgelöst: $a_1 = 36.0$ cm, $b_1 = 18.0$ cm

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal\ b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	7.5 cm ² = 7.5 cm ² /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	7.5 cm ² = 7.5 cm ² /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A_{sx}	$erf\ b_{gy} \geq$	90.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	6.8 cm ²
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A_{sy}	$erf\ b_{gx} \geq$	182.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	13.7 cm ²
vorgeg. Querkraft	$V_{Ed} =$	110.0 kN
Bodenpressung	$p_0 =$	0.00 kN/m ²
Erhöhung	$\beta =$	1.400

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	$u_1 = 222.8$ cm (bei $a_{crit} = 48.0$ cm, iterativ ermittelt)
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.288$ N/mm ²
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.100$
Maßstabsfaktor	$k = 1.913 < 2.0$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.463$ N/mm ² (= v_{min})
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} = 0.648$ N/mm ² (= $1.4 \cdot V_{Rd,c}$)

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	$zul \rho \leq 1.629$ % = 39.1 cm ² /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$min \rho_x = 0.107$ % = 2.6 cm ² /m auf $0.15 \cdot l_y$
	$min \rho_y = 0.053$ % = 1.3 cm ² /m je m Plattenbreite
vorh. Bewehrungsgrad	$vorh \rho = 0.314$ % = 7.5 cm ² /m

Ergebnis: $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$ Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Position: BP01 - DST2

Durchstanztyp: Wandecke
Bodenplattenstärke: $h = 30 \text{ cm}$
Gewählte Betondruckfestigkeitsklasse: C25/30
Abmessungen: 18 cm
Bemessungslast: $V_{Ed} = 145 \text{ kN}$

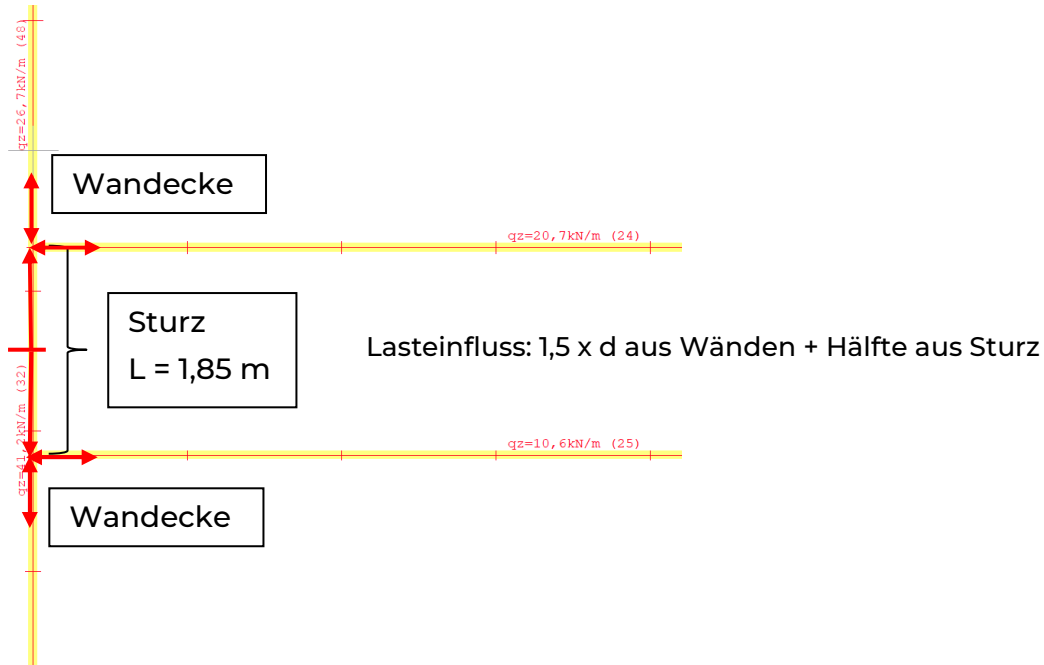
Die Bemessungslast ist den Überbaulasten der Bodenplatte entnommen (Lastfall GU & QU).

Bodenpressung σ_d : 25 kN/m^2

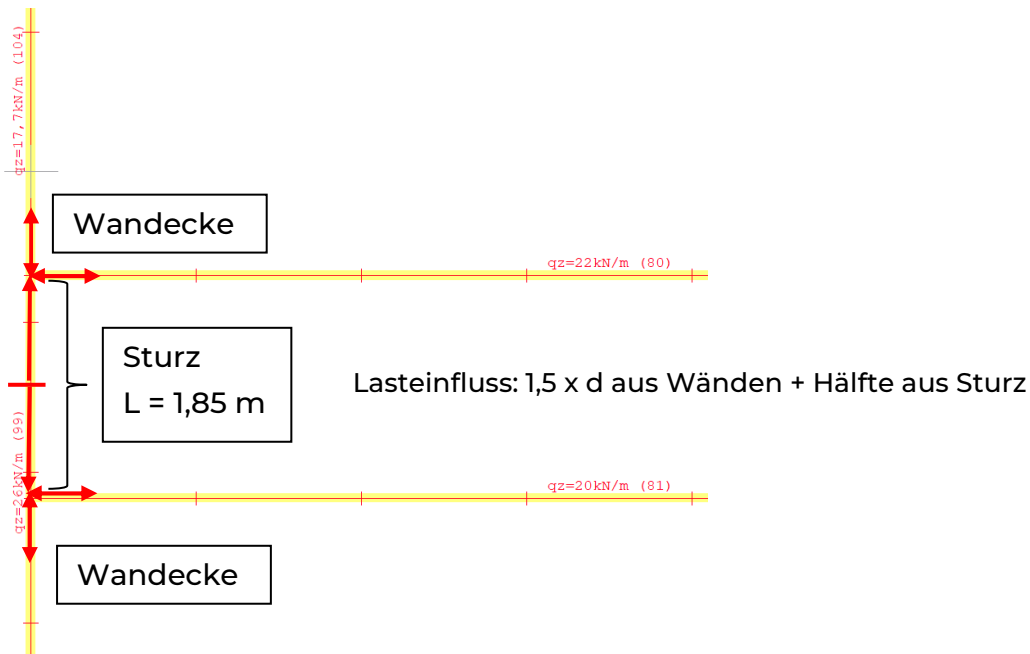
Gewählte Bewehrung

	Grundbewehrung	Zulagebewehrung
obere Lage	Ø12/15 # (= $7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$)	keine

Lastfall GU



Lastfall QU

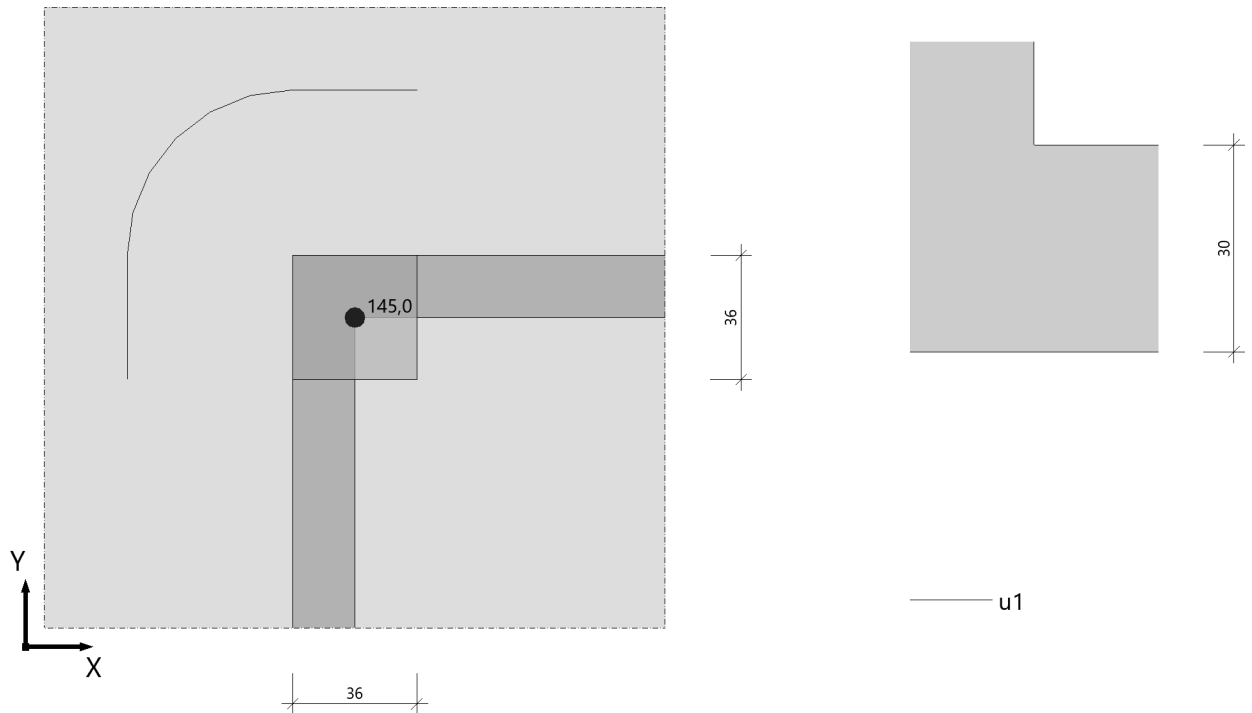


$$\max. V_{Ed} = 1,35 \times (1,5 \times 0,24 \text{ m} \times (41,2 \text{ kN/m} + 10,6 \text{ kN/m}) + 0,5 \times 1,85 \text{ m} \times 41,2 \text{ kN/m}) + 1,5 \times (1,5 \times 0,24 \text{ m} \times (26,0 \text{ kN/m} + 20 \text{ kN/m}) + 0,5 \times 1,85 \text{ m} \times 26,0 \text{ kN/m}) = 140 \text{ kN}$$

Position: BP01 - DST2

Durchstanzen B6+ 02/21B (FRILO R-2021-2/P10)

Grafik



Geometrie und Material

Fundamentplatte	$h =$	30.0 cm	$d_m =$	24.0 cm
Wandinnenecke	$b_x =$	18.0 cm	$d_y =$	36.0 cm
Betondeckung	$c_u =$	3.5 cm	$c_o =$	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 25/30	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	25.0 N/mm ²	$f_{yk} =$	500.0 N/mm ²

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal\ b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	7.5 cm ² = 7.5 cm ² /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	7.5 cm ² = 7.5 cm ² /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A_{sx}	$erf\ b_{gy} \geq$	108.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	8.1 cm ²
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A_{sy}	$erf\ b_{gx} \geq$	108.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	8.1 cm ²

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	$zul\ \rho \leq$	1.629 % = 39.1 cm ² /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$min\ \rho =$	0.069 % = 1.6 cm ² /m auf 0.3 \cdot l_x bzw. 0.3 \cdot l_y
vorh. Bewehrungsgrad	$vorh\ \rho =$	0.314 % = 7.5 cm ² /m

Hinweis: $min\ \rho$ (= $min\ \rho_x = min\ \rho_y$) wurde mit $\eta_x = \eta_y = 0.125$ ermittelt (s. BK 2016, Teil 2, S. 1116).

Gemäß Abs. 6.4.4 (2) wird der Anteil der Fundamentplatteneigenlast vom Sohldruck abgezogen.

vorgeg. Querkraft $V_{Ed} = 145.0 \text{ kN}$
Bodenpressung $p_0 = 25.00 \text{ kN/m}^2$
Erhöhung $\beta = 1.200$

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für Schöck-BOLE nach ETA-1

Fläche im krit. Rundschnitt	$A_{crit} = 0.6562 \text{ m}^2$
result. Querkraft	$V_{Ed,red} = 135.2 \text{ kN}$ (bei $a = a_{crit}$)
krit. Rundschnitt	$u_1 = 147.4 \text{ cm}$ (bei $a_{crit} = 48.0 \text{ cm}$, iterativ ermittelt)
Bemessungsquerkraft	$v_{Ed} = 0.459 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.100$
Maßstabsfaktor	$k = 1.913 < 2.0$
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c} = 0.463 \text{ N/mm}^2 (= v_{min})$
max. Bemessungswiderstand	$v_{Rd,max} = 0.694 \text{ N/mm}^2 (= 1.5 * v_{Rd,c})$

Ergebnis: $v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$ Keine Dübelleisten erforderlich!

Position: BP01 - DST3

Durchstanztyp: Wandende
Bodenplattenstärke: $h = 30 \text{ cm}$
Gewählte Betondruckfestigkeitsklasse: C25/30
Abmessungen: 18 cm
Bemessungslast: $V_{Ed} = 80 \text{ kN}$

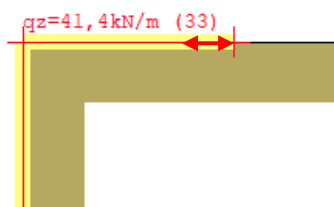
Die Bemessungslast ist den Überbaulasten der Bodenplatte entnommen (Lastfall GU & QU).

Bodenpressung σ_d : 0 kN/m^2 (sichere Seite)

Gewählte Bewehrung

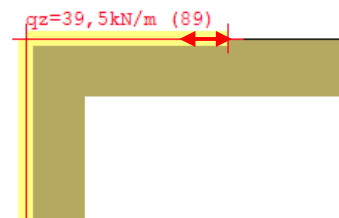
	Grundbewehrung	Zulagebewehrung
obere Lage	$\varnothing 12/15 \text{ \#}$ ($= 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$)	keine

GU



Lasteinfluss $a = t = 18 \text{ cm}$

QU

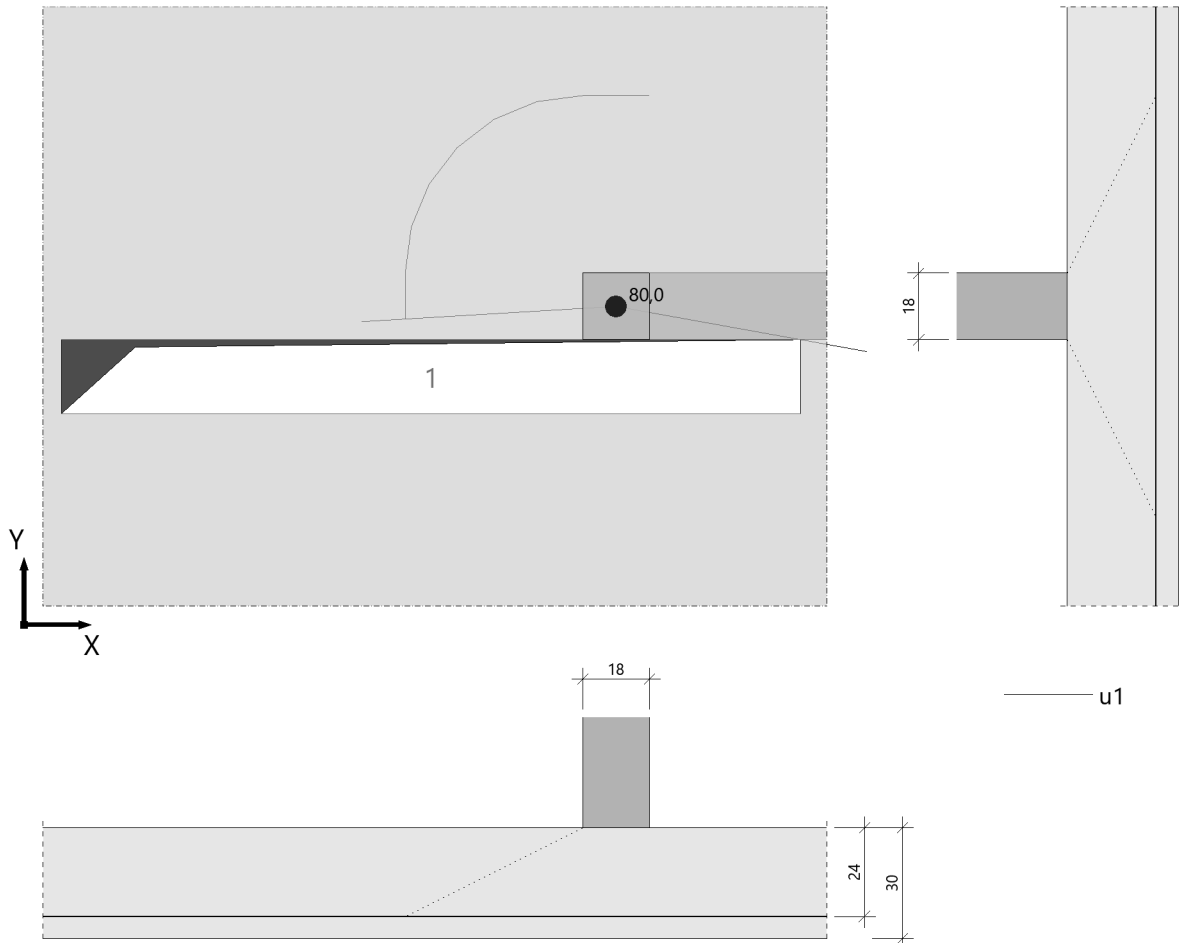


$$\max. V_{Ed} = 1,35 \times 0,18 \text{ m} \times 41,4 \text{ kN/m} + 1,5 \times 0,18 \text{ m} \times 39,5 \text{ kN/m} = 21 \text{ kN}$$

Position: BP01 - DST3

Durchstanzen B6+ 02/21B (FRILO R-2021-2/P10)

Grafik



Geometrie und Material

Fundamentplatte	h =	30.0 cm	d _m =	24.0 cm
Wandende	b _y =	18.0 cm	d _x =	18.0 cm
Wandlänge	L _w =	200.0 cm		
Betondeckung	c _u =	3.5 cm	c _o =	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 25/30	Stahl:	B500A
	γ _c =	1.50	γ _s =	1.15
	f _{ck} =	25.0 N/mm ²	f _{yk} =	500.0 N/mm ²

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal b _g =	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	A _{sx} =	7.5 cm ² = 7.5 cm ² /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	A _{sy} =	7.5 cm ² = 7.5 cm ² /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A _{sx}	erf b _{gy} ≥	162.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	A _{sx} =	12.2 cm ²
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A _{sy}	erf b _{gx} ≥	90.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	A _{sy} =	6.8 cm ²

Aussparungen im Abstand von Stütze : a ≤ 144.0 cm (=6*d_m)

Summe der Abzüge bei a = 48.0 cm Σ δ u_i = 98.5 cm

vorgeg. Querkraft $V_{Ed} = 80.0 \text{ kN}$
Bodenpressung $p_0 = 0.00 \text{ kN/m}^2$
Erhöhung $\beta = 1.350$

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt $u_1 = 105.8 \text{ cm}$ (bei $a_{crit} = 48.0 \text{ cm}$, iterativ ermittelt)
Bemessungsquerkraft $V_{Ed} = 0.425 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor $C_{Rd,c} = 0.100$
Maßstabsfaktor $k = 1.913 < 2.0$
Bemessungswiderstand $v_{Rd,c} = 0.463 \text{ N/mm}^2 (= v_{min})$
max. Bemessungswiderstand $v_{Rd,max} = 0.648 \text{ N/mm}^2 (= 1.4 * v_{Rd,c})$

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad $zul \rho \leq 1.629 \% = 39.1 \text{ cm}^2/\text{m}$
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment $min \rho_x = 0.038 \% = 0.9 \text{ cm}^2/\text{m}$ auf $0.30 * l_y$
 $min \rho_y = 0.077 \% = 1.9 \text{ cm}^2/\text{m}$ auf $0.15 * l_x$
vorh. Bewehrungsgrad $vorh \rho = 0.314 \% = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

Hinweis: $min \rho_x$ wurde mit $\eta_x = 0.125$ und $min \rho_y$ mit $\eta_y = 0.25$ ermittelt (s. BK 2016, Teil 2, S. 1116).

Ergebnis: $V_{Ed} \leq v_{Rd,c}$ Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Position: BP01 - DST4

Durchstanztyp:	Innenstütze bzw. 2x Wandende
Bodenplattenstärke:	$h = 30 \text{ cm}$
Gewählte Betondruckfestigkeitsklasse:	C25/30
Abmessungen:	18 cm
Bemessungslast:	$V_{Ed} = 230 \text{ kN}$ (aus Pos. 0-S02)
Bodenpressung σ_d :	0 kN/m^2 (sichere Seite)

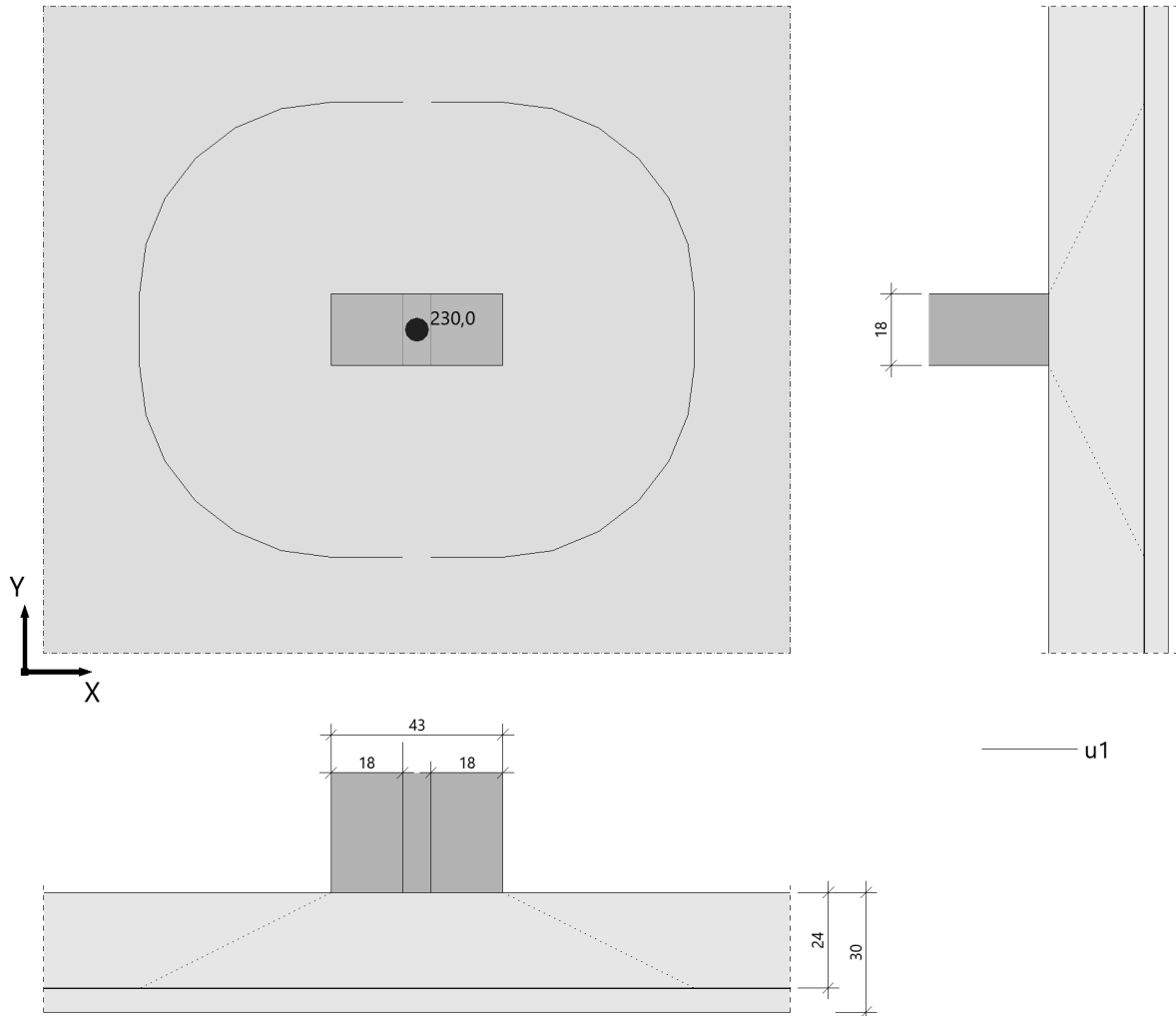
Gewählte Bewehrung

	Grundbewehrung	Zulagebewehrung
obere Lage	$\varnothing 12/15 \text{ \#}$ (= $7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$)	keine

Position: BP01 - DST4

Durchstanzen B6+ 02/21B (FRILO R-2021-2/P10)

Grafik



Geometrie und Material

Fundamentplatte	$h =$	30.0 cm	$d_m =$	24.0 cm
Innenstütze	$c_x =$	43.0 cm	$c_y =$	18.0 cm
Betondeckung	$c_u =$	3.5 cm	$c_o =$	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 25/30	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	25.0 N/mm ²	$f_{yk} =$	500.0 N/mm ²

Die Lasteinleitungsfläche (Stützenquerschnitt) überschreitet Grenzwerte:
 ($a > 2 \cdot b$);

Die Lasteintragung wird auf ecknahe Bereiche begrenzt.

Der kritische Rundschnitt wird aufgelöst: $a_1 = 36.0$ cm, $b_1 = 18.0$ cm

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal b_g = 100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	A_{sx} = 7.5 cm ² = 7.5 cm ² /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	A_{sy} = 7.5 cm ² = 7.5 cm ² /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A_{sx}	erf b_{gy} ≥ 162.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	A_{sx} = 12.2 cm ²
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A_{sy}	erf b_{gx} ≥ 187.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	A_{sy} = 14.1 cm ²
vorgeg. Querkraft V_{Ed}	= 230.0 kN
Bodenpressung p_0	= 0.00 kN/m ²
Erhöhung β	= 1.100

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	u_1 = 409.6 cm (bei a_{crit} = 48.0 cm, iterativ ermittelt)
Bemessungsquerkraft	V_{Ed} = 0.257 N/mm ²
Vorfaktor	$C_{Rd,c}$ = 0.100
Maßstabsfaktor	k = 1.913 < 2.0
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c}$ = 0.463 N/mm ² (= v_{min})
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max}$ = 0.648 N/mm ² (= 1.4 * $V_{Rd,c}$)

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	zul ρ ≤ 1.629 % = 39.1 cm ² /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min ρ = 0.112 % = 2.7 cm ² /m auf 0.3* l_x bzw. 0.3* l_y
vorh. Bewehrungsgrad	vorh ρ = 0.314 % = 7.5 cm ² /m

Ergebnis: $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$ Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Position: BP01 - DST5

Durchstanztyp: Wandende
Bodenplattenstärke: $h = 30 \text{ cm}$
Gewählte Betondruckfestigkeitsklasse: C25/30
Abmessungen: 18 cm
Bemessungslast: $V_{Ed} = 160 \text{ kN}$

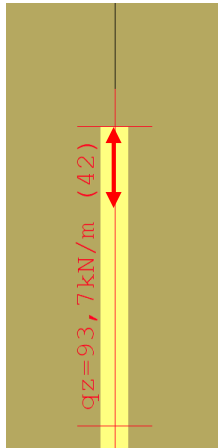
Die Bemessungslast ist den Überbaulasten der Bodenplatte entnommen (Lastfall GU & QU).

Bodenpressung σ_d : 0 kN/m^2 (sichere Seite)

Gewählte Bewehrung

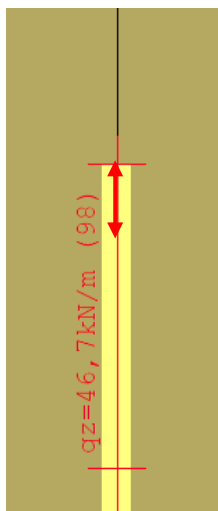
	Grundbewehrung	Zulagebewehrung
obere Lage	$\varnothing 12/15 \text{ \#}$ (= $7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$)	keine

GU



Lasteinfluss: $a = t = 18 \text{ cm}$

QU



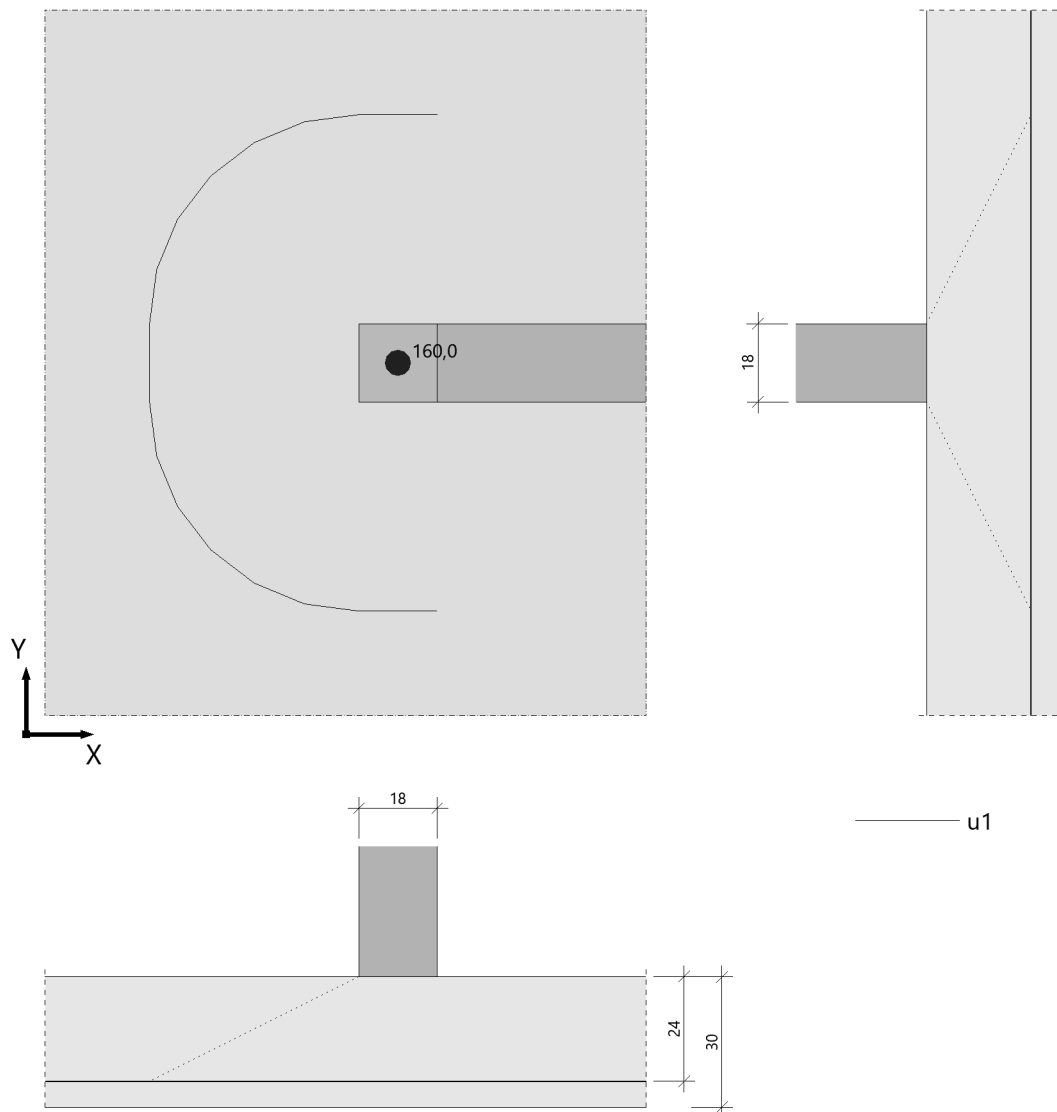
Lasteinfluss: $a = t = 18 \text{ cm}$

$$\max. V_{Ed} = 1,35 \times 0,18 \text{ m} \times 93,7 \text{ kN/m} + 1,5 \times 0,18 \text{ m} \times 46,7 \text{ kN/m} = 35,4 \text{ kN}$$

Position: BP01 - DST5

Durchstanzen B6+ 02/21B (FRILO R-2021-2/P10)

Grafik



Geometrie und Material

Fundamentplatte	$h =$	30.0 cm	$d_m =$	24.0 cm
Wandende	$b_y =$	18.0 cm	$d_x =$	18.0 cm
Wandlänge	$L_w =$	200.0 cm		
Betondeckung	$c_u =$	3.5 cm	$c_o =$	2.5 cm
Baustoffe	Beton:	C 25/30	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	25.0 N/mm ²	$f_{yk} =$	500.0 N/mm ²

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal b_g = 100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	A_{sx} = 7.5 cm ² = 7.5 cm ² /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	A_{sy} = 7.5 cm ² = 7.5 cm ² /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A_{sx}	erf b_{gy} ≥ 162.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	A_{sx} = 12.2 cm ²
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A_{sy}	erf b_{gx} ≥ 90.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	A_{sy} = 6.8 cm ²
vorgeg. Querkraft V_{Ed}	= 160.0 kN
Bodenpressung p_0	= 0.00 kN/m ²
Erhöhung β	= 1.350

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	u_1 = 204.8 cm (bei a_{crit} = 48.0 cm, iterativ ermittelt)
Bemessungsquerkraft	V_{Ed} = 0.439 N/mm ²
Vorfaktor	$C_{Rd,c}$ = 0.100
Maßstabsfaktor	k = 1.913 < 2.0
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c}$ = 0.463 N/mm ² (= v_{min})
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max}$ = 0.648 N/mm ² (= 1.4 * $V_{Rd,c}$)

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	zul ρ ≤ 1.629 % = 39.1 cm ² /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min ρ_x = 0.077 % = 1.9 cm ² /m auf 0.30 * l_y
	min ρ_y = 0.157 % = 3.8 cm ² /m auf 0.15 * l_x
vorh. Bewehrungsgrad	vorh ρ = 0.314 % = 7.5 cm ² /m

Hinweis: min ρ_x wurde mit η_x = 0.125 und min ρ_y mit η_y = 0.25 ermittelt (s. BK 2016, Teil 2, S. 1116).

Ergebnis: $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$ Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Position: BP02 - Bodenplatte h = 30 cm

Geometrische Randbedingungen:

Plattendicke [h]: 30 cm

Lastannahmen:

Ausbaulasten g_k :	3,50 kN/m ²	Fahrzeughalle
Verkehrslast q_k :	8,90 kN/m ²	Brückenklasse 16/16
	angesetzt: 10,00 kN/m ²	

In einem separaten Modell wurden anstelle der Ersatzflächenlast (8,90 kN/m²) Radlasten für drei Fahrzeuge auf die Bodenplatte gesetzt. Auf der sicheren Seite liegend wurden für die Vorder- und Hinterräder jeweils 50 kN je Rad angesetzt (Brückenklasse 16/16). Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt.

Anforderungen an das Stahlbetonbauteil:

Expositionsklasse:	oben XC3, XF1, WF / unten XC2, WF
gewählte Betondruckfestigkeit:	C25/30 - Überwachungsklasse 1
gewählte Betondeckung:	oben 35 mm / unten 35 mm
Rechenwert der Rissbreite w_k	oben 0,3 mm / unten 0,3 mm

Gründungsvorgaben:

Bettungsmodul: 30 MN/m³

Die Frostsicherheit wird durch eine frostsichere Tragschicht ($d \geq 60$ cm) sichergestellt. Umlaufend ist ein Überstand der Tragschicht von mind. 30 cm einzuhalten. Die Vorgaben und Hinweise des Bodengutachters sind zu beachten!

Gewählte Bewehrung:

Grundbewehrung unten: $\varnothing 12/15$ (= 7,54 cm²/m)

Grundbewehrung oben: $\varnothing 12/15$ (= 7,54 cm²/m)

Deckenränder: Stecker $\varnothing 12/15$ mit 2 $\varnothing 12$ längs

Aufkantung: Verbügelung $\varnothing 8/15$
3 $\varnothing 12$ oben

Der Bodenaufbau ist wasserundurchlässig und tausalzresistent auszuführen.

Bemessung:

siehe Pos. BP01 & BP02 – Bodenplatte h = 30 cm

siehe Pos. BP02 – Bodenplatte h = 30 cm (Betrachtung Radlast)

Position: BP02 - Bodenplatte h = 30 cm (Betrachtung Radlast)

Platten mit finiten Elementen PLT 02/2021 (Frilo R-2021-2/P10)

Übersicht

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. A: Wohngebäude
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	12
Punktlasten	12
Linienlasten	0
Flächenlasten	0
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	600 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	0 [kN]
Summe des Sohldrucks	600 [kN]
Summe aller Reaktionen	600 [kN]

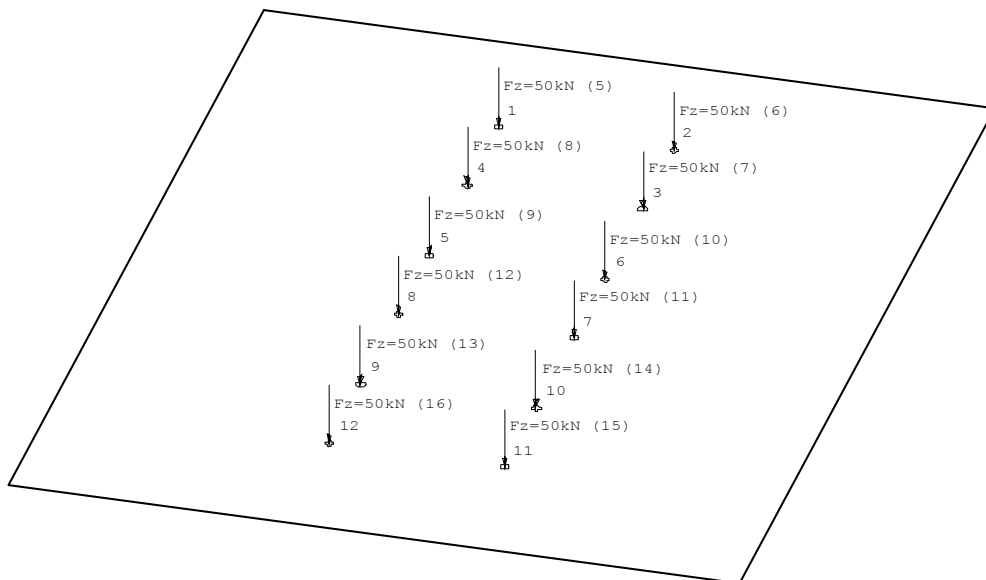
HINWEIS

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 5 "Lastfall Q Radlast"

Lasten

Maßstab 1 : 125



Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
3	Lastfall GU	ständig	nein	g	ständig	-
4	Lastfall QU	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
5	Lastfall Q Radlast	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	1	Kat. A: Wohngebäude	nicht ständig

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Durchbiegungen [mm] - MAX

Maßstab 1 : 100

1.05	1.03	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.06	1.06	1.05	1.02	0.99	0.96	0.94	0.95	1.01	1.14	1.36	1.66	2.02	
0.84	0.83	0.81	0.80	0.80	0.81	0.84	0.86	0.87	0.87	0.87	0.85	0.83	0.80	0.77	0.75	0.76	0.83	0.98	1.21	1.53	1.89
0.69	0.67	0.64	0.62	0.63	0.65	0.67	0.70	0.72	0.72	0.72	0.70	0.68	0.65	0.62	0.61	0.62	0.70	0.85	1.09	1.42	1.81
0.62	0.58	0.53	0.51	0.51	0.53	0.56	0.59	0.62	0.62	0.62	0.60	0.59	0.56	0.52	0.50	0.52	0.60	0.76	1.01		
																				1.37	1.84
0.64	0.56		0.45	0.44	0.47	0.52	0.56	0.57	0.57	0.56	0.55	0.54	0.51	0.47		0.46	0.54	0.71	0.98		
		0.49																		1.42	1.93
0.76	0.63			0.42	0.45	0.50	0.54	0.56	0.56	0.55	0.54	0.53	0.49	0.45		0.43	0.51	0.69	1.00		
		0.55	0.46																	1.51	2.08
0.98	0.78				0.47	0.51	0.54	0.55	0.55	0.55	0.54	0.52	0.50	0.46	0.42	0.42	0.49	0.70	1.05		
		0.66	0.52	0.44	0.44															1.62	2.25
1.29	0.99				0.47	0.51	0.55	0.55	0.55	0.55	0.54	0.52	0.50	0.46	0.42		0.49	0.73	1.12		
		0.81	0.61	0.49	0.45												0.41			1.74	2.44
1.68	1.25				0.49	0.54	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.49	0.44				0.50	0.76	1.18		
		0.97	0.69	0.53	0.46												0.42			1.83	2.59
2.08	1.50				0.48	0.51	0.54	0.55	0.55	0.54	0.52	0.50	0.46	0.42			0.52	0.79	1.23		
		1.08	0.75	0.56	0.47												0.42			1.87	2.61
2.31	1.62				0.49	0.53	0.55	0.55	0.55	0.54	0.52	0.50					0.42	0.54	0.82	1.27	
		1.10	0.77	0.57	0.48			0.55	0.55	0.54	0.53	0.51		0.46			0.42			1.94	2.68
2.15	1.57				0.50	0.54	0.55	0.55	0.55	0.54	0.53	0.51					0.43	0.56	0.85	1.33	
		1.06	0.75	0.56	0.48		0.56	0.56	0.56	0.55	0.54	0.52		0.48			0.44			2.06	2.87
1.94	1.45				0.48	0.52	0.57	0.57	0.56	0.55	0.54	0.52		0.45			0.45	0.58	0.90	1.41	
		1.00	0.72	0.55		0.55	0.56	0.56	0.56	0.55	0.53		0.50	0.44	0.45		0.45			2.21	3.11
1.81	1.37				0.47	0.50	0.56	0.56	0.56	0.55	0.53		0.48				0.48	0.61	0.96	1.51	
		0.98	0.71	0.54		0.52	0.56	0.56	0.56	0.55	0.53		0.52	0.45	0.46		0.46			2.35	3.30
1.81	1.37				0.47	0.50	0.56	0.56	0.56	0.55	0.53		0.52	0.45	0.46		0.46			2.35	3.30
		1.01	0.72	0.55		0.55	0.56	0.56	0.56	0.55	0.53		0.52	0.45	0.46		0.46			2.35	3.30
1.94	1.46				0.48	0.51	0.55	0.56	0.56	0.55	0.53		0.52	0.45	0.46		0.46			2.35	3.30
		1.06	0.75	0.56		0.55	0.56	0.56	0.56	0.55	0.53		0.52	0.45	0.46		0.46			2.35	3.30
2.16	1.58				0.48	0.51	0.55	0.56	0.56	0.55	0.53		0.52	0.45	0.46		0.46			2.35	3.30
		1.11	0.77	0.57		0.55	0.56	0.56	0.56	0.55	0.53		0.52	0.45	0.46		0.46			2.35	3.30
2.32	1.63				0.48	0.51	0.55	0.56	0.56	0.55	0.53		0.52	0.45	0.46		0.46			2.35	3.30
		1.09	0.76	0.56		0.55	0.56	0.56	0.56	0.55	0.53		0.52	0.45	0.46		0.46			2.35	3.30
2.09	1.51				0.47	0.48	0.52	0.54	0.55	0.54	0.53	0.52	0.49	0.45			0.45			2.37	3.36
		0.98	0.70	0.53		0.52	0.54	0.55	0.54	0.53	0.52	0.49	0.45				0.45			2.37	3.36
1.69	1.26				0.47	0.50	0.54	0.56	0.55	0.54	0.53	0.51	0.48	0.44			0.60	0.94	1.49		
		0.82	0.61	0.49		0.52	0.54	0.55	0.54	0.53	0.52	0.49	0.45	0.41			0.43			2.16	3.03
1.30	1.00				0.45	0.47	0.51	0.54	0.55	0.55	0.53	0.52	0.50	0.45	0.42		0.56	0.87	1.36		
		0.67	0.53	0.45		0.52	0.54	0.55	0.54	0.53	0.52	0.49	0.45	0.41			0.43			2.16	3.03
0.99	0.79				0.44	0.47	0.51	0.54	0.55	0.54	0.53	0.52	0.49	0.45	0.41		0.43			2.16	3.03
		0.56	0.47														0.53	0.80	1.24		
0.77	0.64				0.42	0.45	0.49	0.54	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.48	0.44		0.42	0.51	0.76	1.16	
		0.49															0.42	0.51	0.76	1.16	
0.64	0.56		0.45	0.44	0.47	0.51	0.55	0.57	0.56	0.55	0.54	0.52	0.49	0.45		0.43	0.53	0.75	1.12		
																	0.43	0.53	0.75	1.12	
0.61	0.56	0.52	0.49	0.49	0.51	0.54	0.57	0.59	0.60	0.59	0.57	0.55	0.53	0.49	0.47	0.47	0.58	0.79	1.14	1.64	
																	0.58	0.79	1.14	1.64	
0.66	0.63	0.61	0.59	0.59	0.61	0.63	0.66	0.67	0.68	0.67	0.65	0.62	0.58	0.55	0.53	0.56	0.67	0.87	1.22	1.69	2.25
																	0.67	0.87	1.22	1.69	2.25
0.78	0.77	0.75	0.74	0.74	0.76	0.78	0.80	0.80	0.80	0.78	0.76	0.72	0.68	0.66	0.69	0.79	1.01	1.34	1.80	2.35	
																	1.01	1.34	1.80	2.35	
0.95	0.94	0.93	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	0.92	0.89	0.85	0.82	0.81	0.85	0.95	1.16	1.49	1.94	2.48

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Durchbiegungen [mm] - MIN
Maßstab 1 : 100

	0,84	0,84	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,90	0,90	0,89	0,87	0,85	0,83	0,82	0,82	0,88	0,99	1,16	1,41	1,70	
	0,69	0,69	0,69	0,70	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72	0,72	0,71	0,69	0,68	0,66	0,66	0,69	0,75	0,86	1,04	1,28	1,57	
0,58	0,57	0,57	0,56	0,56		0,56	0,56	0,57	0,57	0,56	0,56	0,54	0,53	0,51	0,52	0,55	0,62	0,75	0,94	1,18	1,47	
0,52	0,50	0,48	0,47	0,45	0,44		0,45	0,45	0,45	0,45	0,44	0,43	0,41	0,40	0,41	0,45	0,53	0,66	0,86	1,11	1,42	
0,52	0,49		0,41	0,39	0,37		0,36	0,37	0,37	0,36	0,36	0,34	0,32	0,31	0,32	0,38	0,46	0,60	0,81		1,42	
	0,45																			1,10		
0,60	0,53			0,36	0,32	0,30		0,30	0,30	0,30	0,29	0,28	0,26	0,24	0,26	0,32	0,42	0,57	0,80		1,47	
	0,49	0,41																		1,13		
0,74	0,62				0,31	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,25	0,23	0,21	0,21	0,23	0,29	0,40	0,56	0,82		1,54	
	0,56	0,45	0,37																		1,19	
0,95	0,77				0,32	0,28	0,26	0,26	0,25	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,21	0,28	0,39	0,58	0,86		1,65	
	0,67	0,51	0,40																		1,26	
1,21	0,94				0,34	0,28		0,25	0,24		0,21	0,19	0,19	0,20	0,27	0,40	0,60	0,90			1,76	
	0,77	0,56	0,43			0,26	0,26		0,23					0,19	0,23	0,41	0,62	0,93			1,31	
1,49	1,11				0,35	0,29		0,25	0,25		0,23	0,21	0,20		0,19	0,28					1,81	
	0,85	0,61	0,45			0,27	0,26			0,23	0,21	0,20				0,28					1,34	
1,64	1,19				0,36	0,30		0,26	0,25		0,24	0,22	0,20		0,19		0,43	0,64	0,96			
	0,87	0,62	0,46			0,27	0,26			0,24	0,22	0,20				0,20	0,29				1,38	
1,53	1,16				0,37	0,30		0,26	0,25		0,24	0,22	0,20		0,19		0,45	0,67	1,00		1,85	
	0,84	0,61	0,46			0,27	0,26			0,24	0,22	0,20				0,21	0,31				1,46	
1,38	1,08				0,36	0,30		0,26	0,25		0,24	0,22	0,20		0,19		0,47	0,70	1,05		1,97	
	0,80	0,59	0,45			0,27	0,26			0,24	0,22	0,20				0,22	0,32				1,56	
1,30	1,02				0,36	0,29		0,26	0,25		0,23		0,19				0,49	0,74	1,11		2,13	
	0,78	0,58	0,44			0,27	0,26		0,26	0,25		0,21		0,19		0,22	0,34				1,65	
1,30	1,03				0,36	0,29		0,26	0,25		0,24	0,22	0,20		0,19		0,51	0,77	1,17		2,25	
	0,80	0,59	0,45			0,26	0,26			0,24	0,22	0,20				0,19	0,23	0,35			1,73	
1,39	1,08				0,36	0,29	0,27	0,26	0,25		0,23	0,21				0,19	0,23	0,35			2,37	
	0,84	0,61	0,46			0,26	0,26	0,25		0,23	0,21					0,19	0,23	0,35			2,48	
1,54	1,17				0,37	0,30	0,27	0,26	0,25		0,23	0,21				0,19	0,23	0,35			2,81	
	0,87	0,62	0,46			0,26	0,25	0,25		0,23	0,21	0,19	0,18	0,23	0,35		0,52	0,81	1,24		2,51	
1,65	1,20				0,36	0,29	0,27	0,26	0,25		0,24	0,22	0,20		0,18	0,18	0,22	0,34			2,44	
	0,86	0,61	0,45			0,26	0,25	0,24	0,23		0,21	0,19	0,18	0,22	0,34		0,50	0,77	1,18		2,29	
1,50	1,12				0,35	0,29	0,27	0,26	0,25		0,24	0,22	0,20		0,18	0,17	0,21	0,32			1,66	
	0,78	0,57	0,43			0,25	0,24	0,22	0,22		0,20	0,18	0,17	0,21	0,32		0,47	0,72	1,10		2,07	
1,22	0,95				0,33	0,28	0,26	0,26		0,23	0,21					0,20	0,30				1,52	
	0,67	0,51	0,39			0,32	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,23	0,20	0,18	0,17		0,44	0,67	1,01		2,07	
0,96	0,78					0,32	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,23	0,20	0,18	0,17		0,44	0,67	1,01		2,07	
	0,57	0,45	0,37			0,32	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,23	0,20	0,18	0,17		0,44	0,67	1,01		2,07	
0,75	0,63					0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,24	0,22	0,19	0,18	0,20		0,42	0,62	0,93	1,85	
	0,49	0,41				0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,24	0,22	0,19	0,18	0,20		0,42	0,62	0,93	1,85	
0,60	0,53					0,36	0,33	0,31	0,30	0,30	0,30	0,29	0,27	0,25	0,22	0,21	0,22	0,29	0,42	0,60	0,87	1,19
	0,45					0,36	0,33	0,31	0,30	0,30	0,30	0,29	0,27	0,25	0,22	0,21	0,22	0,29	0,42	0,60	0,87	1,19
0,52	0,48					0,41	0,39	0,37	0,36	0,36	0,36	0,35	0,33	0,30	0,27	0,26	0,27	0,33	0,44	0,61	0,86	1,19
	0,49	0,41				0,41	0,39	0,37	0,36	0,36	0,36	0,35	0,33	0,30	0,27	0,26	0,27	0,33	0,44	0,61	0,86	1,19
0,51	0,49	0,48	0,46	0,44	0,43	0,43	0,43	0,44	0,43	0,43	0,42	0,39	0,36	0,35	0,35	0,41	0,50	0,65	0,88	1,18	1,58	
	0,55	0,55	0,54	0,54	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,53	0,52	0,50	0,48	0,47	0,47	0,50	0,58	0,73	0,94	1,23	1,58
	0,65	0,65	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68	0,67	0,65	0,63	0,61	0,60	0,60	0,63	0,70	0,83	1,03	1,32	1,66
0,78	0,78	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84	0,84	0,84	0,82	0,80	0,78	0,75	0,73	0,75	0,81	0,93	1,14	1,43	1,76	2,10	2,44

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Sohldruck [kN/m²] - MAX

Maßstab 1 : 100

31.4	31.0	30.7	30.6	30.9	31.2	31.5	31.8	31.9	31.8	31.4	30.7	29.8	28.9	28.2	28.5	30.4	34.3	40.8	49.8	60.6
25.3	24.8	24.4	24.1	24.0	24.4	25.1	25.7	26.1	26.2	26.0	25.5	24.8	23.9	23.0	22.5	22.9	25.0	29.5	36.4	45.8
20.8	20.0	19.2	18.6	18.8	19.4	20.2	20.9	21.5	21.7	21.5	21.1	20.4	19.6	18.7	18.2	18.7	20.9	25.4	32.8	42.6
18.7	17.3	15.9	15.2	15.2	15.8	16.7	17.8	18.5	18.7	18.5	18.1	17.6	16.7	15.7	15.1	15.6	18.0	22.7	30.4	
19.3	16.9		13.5	13.3	14.2	15.5	16.7	17.2	17.1	16.8	16.5	16.2	15.2	14.0	13.7	16.2	21.3	29.5	41.2	55.1
	14.8				12.7	13.5	14.9	16.3	16.8	16.7	16.4	16.1	15.8	14.7	13.4	12.9	15.2	20.8	30.1	42.6
22.8	18.9				16.6	13.9														45.2
29.3	23.3				14.0	15.3	16.3	16.6	16.4	16.1	15.7	14.9	13.7	12.6	12.5	14.8	21.0	31.5	48.6	62.3
	19.9	15.7	13.3	13.1																48.6
38.6	29.8				14.0	15.3	16.4	16.6	16.4	16.1	15.7	15.0	13.7	12.6		14.7	21.8	33.6		67.5
	24.4	18.2	14.6	13.5												12.4			52.1	73.2
50.3	37.6				14.8	16.1	16.7	16.6	16.3	16.0	15.6	14.6	13.2			15.1	22.8	35.4		
	29.0	20.7	15.9	13.9												12.5				54.8
62.4	44.9				14.3	15.3	16.2	16.5	16.4	16.1	15.7	15.0	13.8	12.7		15.5	23.7	36.8		77.6
	32.3	22.5	16.8	14.2												12.5				56.2
69.3	48.7				14.8	15.8	16.4	16.4	16.1	15.7	15.0					12.7	16.1	24.5	38.0	78.4
	33.1	23.0	17.1	14.3												13.9				58.1
64.6	47.1				14.9	16.1										12.7	16.8	25.6	39.8	80.3
	31.8	22.5	16.9	14.3												14.3				61.7
58.1	43.6				14.5	15.7	17.0									13.6	17.5	27.1	42.4	86.1
	30.1	21.7	16.5		16.4											15.1	13.1	13.4		66.3
54.2	41.2				14.2	15.1	16.7	16.9	16.4	16.0						14.3	18.4	28.7	45.2	93.4
	29.4	21.3	16.3		15.7	16.9	16.8	16.5	16.5	15.5						13.6	13.7			70.5
54.3	41.2				14.2											14.9	19.3	30.2	47.8	99.0
	30.2	21.7	16.5		14.6											14.2	13.3	13.9		74.4
58.3	43.7				14.3	15.3	16.6	17.0	16.7	16.4						15.5	19.9	31.5	50.0	104
	31.9	22.6	16.9																	77.3
64.9	47.3				14.4	15.2	16.2	16.8	16.5	16.2						15.6	14.8	13.5	14.0	109
	33.3	23.2	17.2														20.1	32.0	51.0	111
69.7	49.0				14.3	15.0	15.9	16.5	16.4	16.2	15.9	15.2				14.3	13.3	13.9		78.1
	32.6	22.7	16.8														19.9	31.7	50.5	111
62.8	45.3				14.1	14.5	15.5	16.3	16.5	16.3	16.0	15.6	14.8	13.6		12.9	13.7			108
	29.3	20.9	15.9														13.4			71.2
50.7	37.9				14.0	15.0	16.1	16.7	16.6	16.2	15.9	15.4	14.4	13.1			18.0	28.3	44.8	101
	24.6	18.3	14.6														13.0			64.8
39.0	30.1				13.4	14.1	15.3	16.3	16.6	16.4	16.0	15.6	14.9	13.6	12.5		16.8	26.0	40.7	90.9
	20.1	15.8	13.4														12.6			58.4
29.6	23.6				13.1	14.0	15.2	16.2	16.5	16.3	16.0	15.5	14.8	13.5	12.4		15.8	24.0	37.1	114
	16.7	14.0																		53.3
23.0	19.1				12.7	13.5	14.7	16.1	16.7	16.6	16.2	15.9	15.5	14.5	13.1	12.5	15.4	22.8	34.7	73.9
	14.8																			50.0
19.3	16.8				13.2	14.0	15.2	16.4	17.0	16.9	16.5	16.1	15.7	14.8	13.5	13.0	15.8	22.6	33.6	68.9
	13.4																			56.6
18.3	16.8	15.5	14.8	14.8	15.2	16.1	17.1	17.8	18.0	17.6	17.1	16.5	15.8	14.8	14.1	14.2	17.3	23.8	34.3	49.1
	17.6	17.7	18.2	19.0	19.7	20.2	20.3	20.1	19.4	18.6	17.5	16.5	16.0	16.9	20.0	26.2	36.6	50.8		67.5
23.5	23.0	22.5	22.2	22.2	22.8	23.4	23.9	24.1	24.0	23.5	22.7	21.6	20.5	19.8		20.6	23.8	30.2	40.3	70.4
																				54.0
28.6	28.1	27.8	27.7	27.9	28.1	28.5	28.8	28.9	28.9	28.5	27.7	26.7	25.6	24.6	24.3	25.4	28.5	34.7	44.6	58.2
																				74.4

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Sohldruck [kN/m²] - MIN
Maßstab 1 : 100

	25.2	25.3	25.3	25.5	25.9	26.3	26.7	27.0	27.1	27.0	26.7	26.2	25.6	25.0	24.5	24.7	26.3	29.6	34.9	42.2	50.9
	20.7	20.7	20.7	20.9	21.2	21.3	21.5	21.6	21.6	21.5	21.3	20.8	20.3	19.9	19.7	20.6	22.5	25.9	31.2	38.5	47.1
17.3	17.1	17.0	16.9	16.7		16.8	16.9	17.0	17.0	16.9	16.7	16.3	15.8	15.4	15.5	16.5	18.7	22.6	28.1	35.4	44.2
15.5	15.0	14.5	14.0	13.5	13.3		13.4	13.5	13.5	13.4	13.2	12.8	12.4	12.1	12.3	13.4	15.8	19.9	25.8	33.4	42.7
15.7	14.6		12.3	11.6	11.1		10.9	11.0	11.0	10.9	10.7	10.2	9.63	9.19	9.57	11.3	13.8	18.1	24.4		42.7
	13.6																			32.9	
17.9	15.8			10.7	9.59	9.13		9.07	9.11	9.03	8.75	8.28	7.73	7.32	7.87	9.73	12.6	17.1	24.1		44.0
	14.6	12.3																		33.9	
22.2	18.7				9.18	8.38	8.12	8.09	8.06	7.88	7.49	6.95	6.43	6.29	6.90	8.78	12.0	16.9	24.7		46.3
	16.9	13.4	11.1																	35.7	
28.5	23.1				9.46	8.26	7.80	7.69	7.63	7.42	7.02	6.45	5.94	5.79	6.39	8.35	11.8	17.3	25.9		49.5
	20.0	15.2	11.9																	37.7	
36.3	28.3				10.1	8.46			7.53	7.32		6.28	5.78	5.59	6.15	8.23	12.1	18.0	27.1		52.7
	23.2	16.9	12.9			7.87	7.65			6.89										39.3	
44.6	33.3				10.6	8.73			7.59	7.37					5.66	6.88	12.4	18.7	28.0		54.2
	25.4	18.2	13.5			8.01	7.75			6.96	6.40	5.85				8.38				40.1	
49.2	35.8				10.9	8.92			7.68	7.46					5.56		13.0	19.3	28.7		41.3
	26.0	18.6	13.8			8.09	7.83			7.08	6.53	5.94				6.11	8.69				55.4
46.0	34.8				11.0	8.96			7.75	7.55		7.20	6.66	6.03		5.60		13.4	20.1	29.9	
	25.1	18.3	13.7			8.11	7.87			7.79	7.60	7.27	6.74	6.05		5.64		14.0	21.1	31.6	
41.5	32.3				10.9	8.91			7.79	7.60	7.27	6.74	6.05			5.64		14.0	21.1	31.6	
	23.9	17.8	13.4			8.09	7.88			7.79	7.60	7.27	6.74	6.05		5.64		14.0	21.1	31.6	
38.9	30.7				10.8	8.84			7.84	7.64					5.76		14.6	22.2	33.4		49.4
	23.5	17.5	13.3			8.06			7.76	7.43					6.34		5.72				67.5
38.9	30.8				10.8	8.83			7.76	7.43					6.34		5.72				67.5
	24.0	17.8	13.5			7.92			7.76	7.43					6.34		5.72				67.5
41.7	32.5				10.9	8.85	8.05		7.86	7.74	7.48				6.21		5.70	6.86	10.4		71.1
	25.2	18.4	13.7						7.83	7.70	7.39				6.92		5.65	6.90	10.6		71.1
46.3	35.0				11.0	8.85	8.06		7.83	7.70	7.39				6.92		5.65	6.90	10.6		71.1
	26.2	18.7	13.9						7.79	7.64	7.38				6.76		5.64	5.54	6.81	10.5	
49.6	36.1				10.9	8.81	8.03		7.79	7.64	7.38				6.27						75.3
	25.7	18.4	13.5						7.73	7.59	7.34				6.88		5.48	5.37	6.58	10.2	
45.0	33.6				10.5	8.69	7.98		7.73	7.59	7.34				6.88		5.48	5.37	6.58	10.2	
	23.4	17.1	12.8						7.55	7.26	6.73				6.08		5.34	5.18	6.26	9.62	
36.7	28.6				10.0	8.54	7.93	7.70							5.99						66.6
	20.2	15.2	11.8																		66.6
28.8	23.4				9.54	8.46	7.99	7.80	7.65	7.36	6.82	6.08	5.35	5.06							66.6
	17.0	13.4	11.1																		66.6
22.5	19.0				9.38	8.63	8.31	8.18	8.06	7.76	7.22	6.47	5.72	5.34	5.97						66.6
	14.7	12.3																			66.6
18.1	16.0				10.8	9.81	9.31	9.12	9.08	8.98	8.68	8.14	7.39	6.61	6.16	6.61	8.77	12.6	18.0	26.2	
	13.6																				47.5
15.7	14.5				12.3	11.6	11.0	10.8	10.7	10.8	10.7	10.4	9.80	9.05	8.25	7.75	8.08	9.95	13.3	18.2	25.8
																					46.2
15.3	14.7	14.3	13.7	13.3	13.0	13.0	13.0	13.1	13.0	12.8	12.5	11.7	10.9	10.4	10.6	12.3	14.9	19.5	26.4	35.5	
16.6	16.5	16.3	16.3	16.0	16.0	16.0	16.1	16.2	16.1	15.9	15.5	15.0	14.5	14.1	14.1	15.1	17.5	21.8	28.2	36.9	
19.5	19.5	19.5	19.8	20.0	20.1	20.3	20.3	20.3	20.0	19.6	19.0	18.4	17.9	17.9	18.8	20.9	24.8	31.0	39.5	49.8	
23.4	23.4	23.4	23.6	23.9	24.4	24.8	25.1	25.2	25.1	24.7	24.1	23.4	22.6	22.0	22.4	24.2	28.0	34.2	42.8	52.9	

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
3	Lastfall GU	ständig	nein	g	ständig	-
4	Lastfall QU	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
5	Lastfall Q Radlast	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art	Teilsicherheit		Kombination	
				sup	inf	leitend	nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	1	Kat. A: Wohngebäude	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.70
Teilsicherheitsbeiwert Beton				1.50			
Teilsicherheitsbeiwert Stahl				1.15			

HINWEIS: Bemessungswerte

Alle Ergebnisse einer Lastfallüberlagerung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte ermittelt: DIN EN 1990/NA:2010-12

HINWEIS: Kombinationsbeiwerte

Bei der Kombination der unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen wird an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unter allen unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen die jeweils vorherrschende Einwirkung ermittelt. Allgemein sind an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unterschiedliche Einwirkungen maßgebend für die vorherrschende Einwirkung.

Die jeweils gefundene vorherrschende Einwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00. Liegt nur eine einzige veränderliche Einwirkung vor, so ist diese vorherrschend.

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]

Maßstab 1 : 100

[illegible]

2| max as-1: 4.49 [cm²/m] (Gesamt)
 max as-2: 15.3 [cm²/m] (Gesamt)

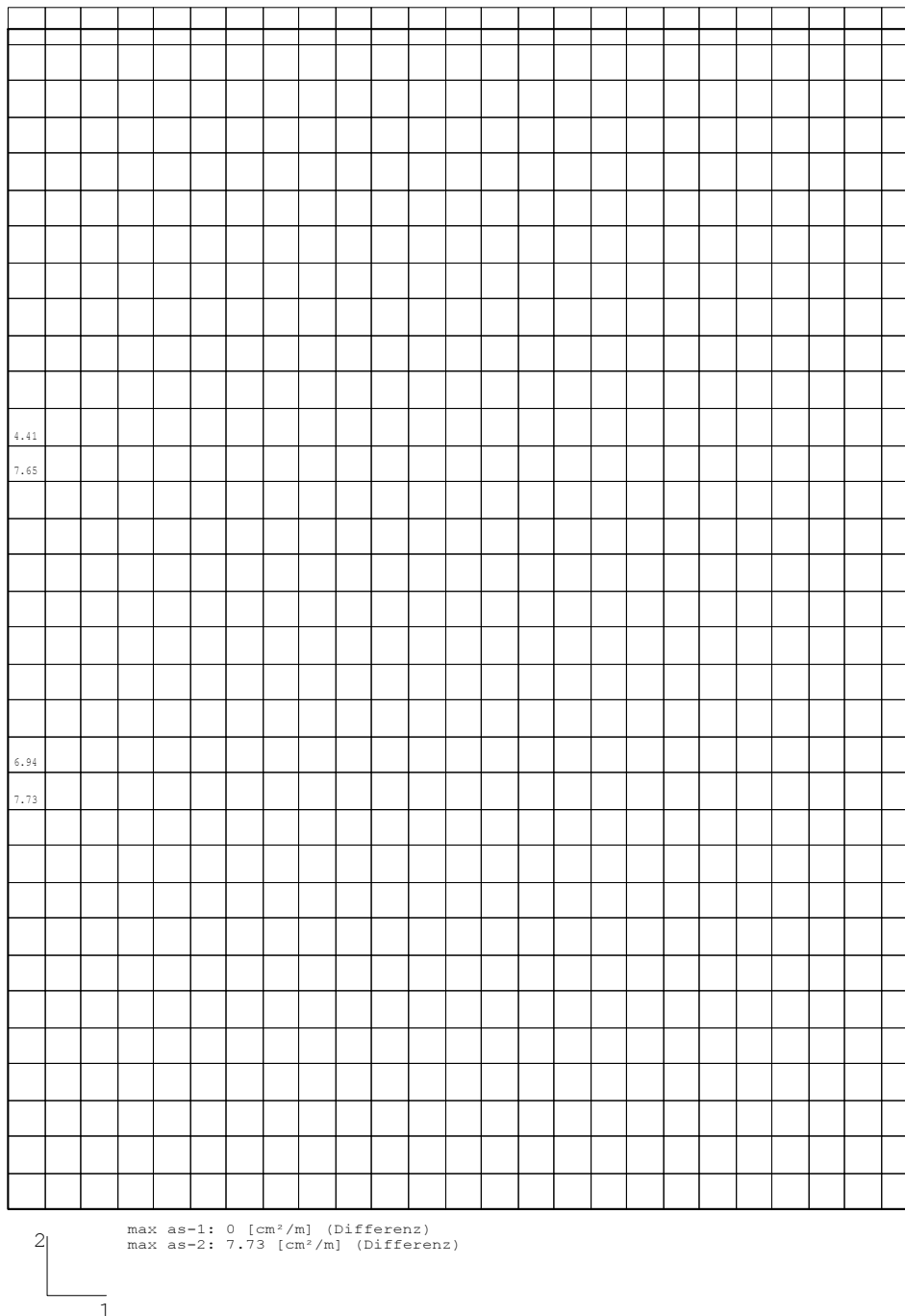
2

1

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, unten: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]

Maßstab 1 : 100



Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]

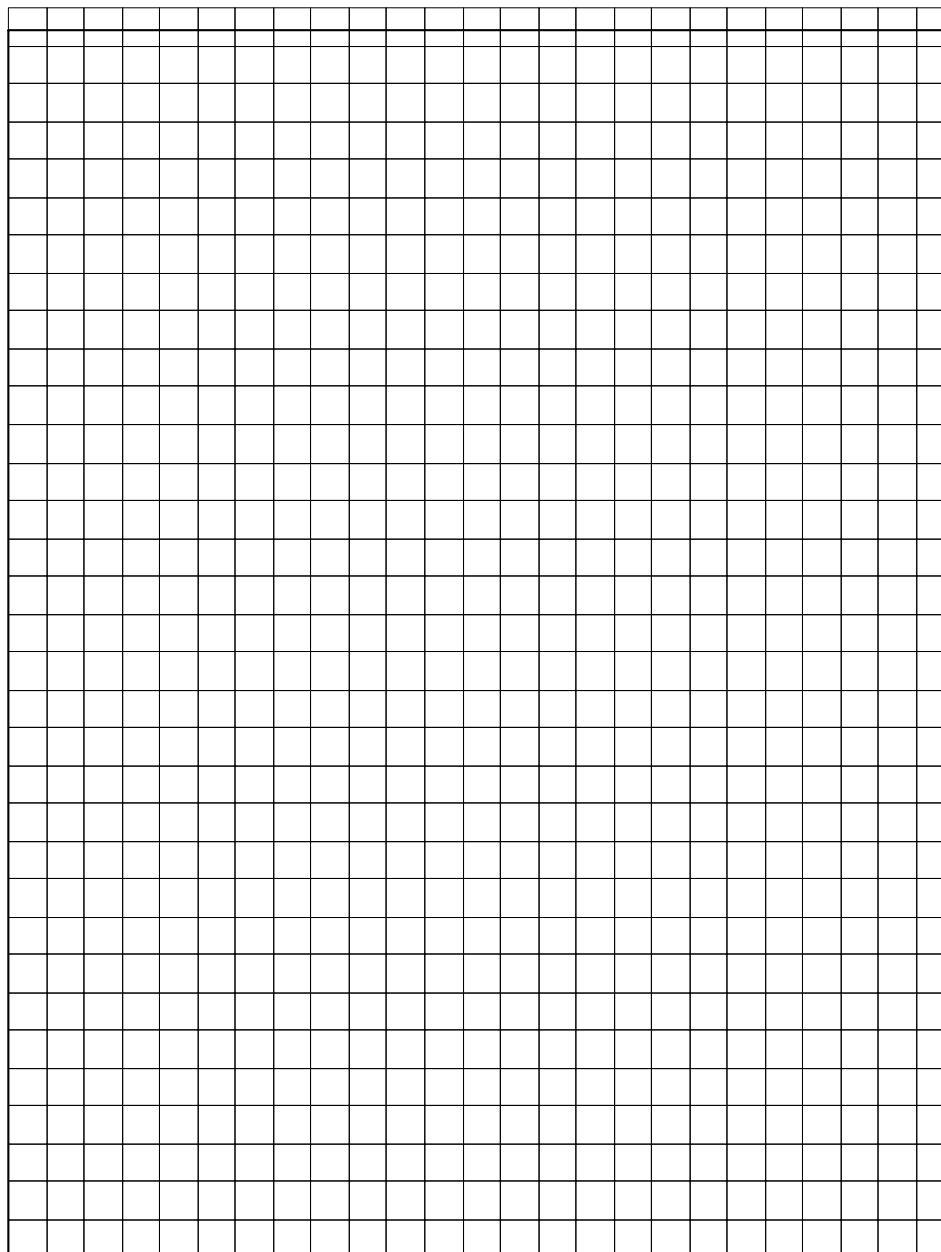
Maßstab 1 : 100

0.15	0.31	0.37	0.37	0.36	0.29	0.18	0.15								0.16	0.27	0.60	0.98	1.31	1.84	2.23	2.38	2.44	2.14	1.30
0.47	0.47	0.48	0.46	0.45	0.42	0.40	0.42	0.42	0.40	0.38	0.34	0.34	0.39	0.43	0.45	0.50	0.54	0.57	0.62	0.66	0.67	0.67	0.63	0.54	
0.34	0.45	0.54	0.56	0.53	0.48	0.38	0.30	0.26	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.23	0.45	0.79	1.07	1.50	2.05	2.34	2.60	2.60	2.28	1.61	
1.37	1.34	1.31	1.23	1.15	1.12	1.11	1.13	1.14	1.12	1.07	1.05	1.04	1.05	1.09	1.12	1.14	1.16	1.21	1.31	1.37	1.50	1.62	1.66	1.68	
0.55	0.67	0.79	0.80	0.73	0.67	0.55	0.45	0.40	0.30	0.27	0.27	0.27	0.27	0.32	0.53	0.84	1.19	1.65	2.26	2.59	2.89	2.93	2.63	2.00	
2.18	2.03	1.95	1.77	1.61	1.55	1.50	1.52	1.53	1.48	1.36	1.34	1.33	1.35	1.38	1.43	1.46	1.48	1.57	1.74	1.85	2.09	2.35	2.46	2.59	
0.68	0.93	1.00	1.00	0.93	0.77	0.67	0.54	0.46	0.34	0.27	0.26	0.26	0.27	0.33	0.57	0.91	1.31	1.72	2.37	2.85	3.07	3.21	3.05	2.21	
2.63	2.42	2.16	2.02	1.78	1.63	1.55	1.56	1.54	1.46	1.37	1.32	1.32	1.34	1.37	1.43	1.49	1.53	1.61	1.82	2.02	2.22	2.52	2.75	2.90	
0.99	1.14	1.24	1.22	1.09	0.98	0.74	0.57	0.52	0.36	0.26	0.26	0.25	0.26	0.36	0.65	0.96	1.37	1.87	2.58	3.12	3.38	3.47	3.26	2.62	
2.94	2.62	2.44	2.12	1.82	1.65	1.53	1.54	1.53	1.40	1.30	1.30	1.26	1.30	1.32	1.38	1.48	1.53	1.59	1.77	2.02	2.27	2.58	2.77	2.92	
1.40	1.57	1.66	1.62	1.40	1.25	0.93	0.57	0.50	0.40	0.24	0.23	0.22	0.23	0.39	0.71	1.00	1.41	2.00	2.77	3.25	3.71	3.82	3.62	2.86	
3.37	2.96	2.67	2.26	1.84	1.60	1.44	1.39	1.40	1.34	1.20	1.14	1.09	1.16	1.20	1.28	1.41	1.40	1.43	1.70	1.89	2.22	2.49	2.68	2.66	
1.66	2.04	2.08	2.04	1.78	1.40	1.15	0.60	0.36	0.25	0.20	0.16	0.16	0.16	0.37	0.54	0.82	1.41	2.05	2.86	3.48	4.04	4.11	3.94	2.96	
3.80	3.29	2.78	2.35	1.82	1.50	1.28	1.06	0.91	0.92	0.94	0.82	0.79	0.82	0.93	0.94	0.94	1.10	1.20	1.47	1.78	2.12	2.28	2.44	2.39	
2.26	2.48	2.56	2.41	2.01	1.75	1.27	0.66	0.42	0.21	0.14	0.13	0.12	0.13	0.32	0.51	0.81	1.40	2.30	2.99	3.70	4.20	4.32	4.11	3.23	
4.02	3.43	2.93	2.37	1.76	1.43	1.10	0.84	0.77	0.73	0.72	0.66	0.60	0.64	0.76	0.72	0.76	0.86	1.08	1.34	1.52	1.86	2.16	2.26	2.28	
3.03	3.27	3.34	3.05	2.51	2.11	1.52	0.79	0.49	0.25					0.23	0.55	0.85	1.39	2.34	3.08	3.79	4.51	4.62	4.47	3.56	
4.34	3.54	2.93	2.35	1.69	1.25	1.01	0.73	0.55	0.50	0.43	0.39	0.35	0.36	0.40	0.49	0.54	0.63	0.85	1.09	1.38	1.71	1.86	2.05	2.05	
3.49	4.04	3.95	3.70	2.98	2.28	1.75	0.94	0.52	0.30	0.14				0.25	0.59	0.96	1.40	2.41	3.15	3.94	4.67	4.80	4.69	3.71	
4.32	3.41	2.57	2.08	1.42	0.97	0.78	0.52	0.37	0.36	0.36	0.24	0.22	0.28	0.36	0.45	0.50	0.54	0.75	0.89	1.13	1.35	1.41	1.51	1.60	
4.43	4.59	4.49	3.97	3.14	2.51	1.84	1.03	0.69	0.40	0.15				0.33	0.64	0.98	1.67	2.47	3.26	3.99	4.66	4.73	4.56	3.72	
3.67	2.54	2.07	1.42	0.98	0.80	0.54	0.39	0.33	0.29	0.24	0.13	0.11	0.18	0.31	0.33	0.39	0.49	0.66	0.84	1.01	1.10	1.05	0.91	0.75	
5.01	4.95	4.59	4.11	3.22	2.54	1.89	1.06	0.69	0.39	0.13				0.23	0.53	0.98	1.67	2.51	3.38	4.08	4.60	4.60	4.23	3.00	
2.99	1.91	1.21	0.99	0.69	0.52	0.45	0.32	0.32	0.30	0.25	0.18	0.13	0.19	0.32	0.38	0.44	0.55	0.70	0.94	1.10	1.32	1.35	1.16	2.32	
4.13	3.80	3.84	3.75	3.09	2.44	1.84	0.99	0.59	0.30					0.17	0.45	1.02	1.66	2.64	3.48	4.29	4.80	4.80	4.22	2.34	
0.83	0.76	0.77	0.75	0.62	0.49	0.37	0.26	0.29	0.30	0.25	0.18	0.13	0.21	0.31	0.39	0.43	0.56	0.77	1.01	1.34	1.75	1.96	2.51	3.58	
4.09	4.29	4.04	3.72	3.02	2.46	1.85	1.06	0.72	0.36	0.13				0.21	0.50	1.16	1.83	2.75	3.74	4.46	5.07	5.20	4.69	3.71	
2.27	1.07	0.81	0.74	0.60	0.49	0.37	0.26	0.29	0.25	0.21	0.16	0.11	0.15	0.25	0.32	0.40	0.55	0.80	1.14	1.46	1.98	2.60	3.18	4.59	
3.35	4.07	3.98	3.74	3.07	2.47	1.89	1.10	0.69	0.39	0.11				0.26	0.49	1.02	1.95	3.01	4.02	4.83	5.63	5.81	5.64	4.72	
3.73	2.52	2.02	1.29	0.84	0.68	0.45	0.26	0.23	0.16	0.12				0.16	0.14	0.31	0.51	0.83	1.18	1.55	2.09	2.55	3.29	4.66	
2.31	3.25	3.39	3.34	2.90	2.34	1.84	1.01	0.62	0.30	0.12				0.25	0.56	1.14	1.85	3.20	4.15	5.14	5.99	6.09	5.83	4.52	
4.09	2.99	2.27	1.65	1.07	0.76	0.52	0.27	0.20	0.11	0.12				0.14	0.16	0.36	0.50	0.84	1.17	1.53	1.97	2.13	2.19	1.60	
1.80	2.38	2.86	2.86	2.58	2.25	1.72	0.92	0.59	0.22					0.17	0.58	1.17	1.89	3.28	4.34	5.26	6.10	6.17	5.78	4.14	
3.74	2.76	2.24	1.56	1.03	0.77	0.51	0.28	0.21	0.18	0.13				0.14	0.23	0.35	0.50	0.83	1.14	1.41	1.71	1.80	1.68	1.42	
2.32	2.84	3.20	3.12	2.75	2.35	1.78	0.94	0.57	0.22	0.10				0.33	0.65	1.25	1.98	3.39	4.46	5.42	6.28	6.34	5.98	4.47	
4.08	3.01	2.28	1.66	1.08	0.77	0.52	0.28	0.20	0.14	0.14				0.16	0.19	0.28	0.47	0.79	1.02	1.32	1.58	1.63	1.62	1.70	
2.84	3.72	3.75	3.61	3.03	2.43	1.87	1.01	0.58	0.22	0.14				0.31	0.72	1.26	2.07	3.44	4.47	5.46	6.33	6.42	6.12	4.60	
4.11	2.94	2.03	1.57	1.02	0.69	0.50	0.26	0.20	0.15					0.13	0.17	0.25	0.41	0.69	0.89	1.09	1.27	1.28	1.22	1.37	
3.84	4.09	4.06	3.76	3.08	2.48	1.87	1.23	0.77	0.29	0.13				0.33	0.80	1.39	2.09	3.41	4.45	5.38	6.22	6.31	5.96	4.44	
3.15	1.87	1.44	0.93	0.65	0.55	0.38	0.28	0.27	0.13	0.12				0.15	0.24	0.34	0.42	0.68	0.89	1.08	1.24	1.26	1.19	0.89	
4.15	4.31	4.04	3.73	3.03	2.42	1.80	1.09	0.72	0.26					0.27	0.78	1.34	2.04	3.36	4.44	5.37	6.18	6.32	5.72	3.92	
1.99	0.86	0.81	0.75	0.61	0.48	0.36	0.28	0.34	0.32	0.28	0.18	0.14	0.20	0.30	0.39	0.43	0.47	0.67	0.89	1.07	1.24	1.26	1.14	0.78	
5.02	4.97	4.45	4.05	3.20	2.48	1.80	1.11	0.59	0.22					0.25	0.77	1.33	2.05	3.42	4.48	5.52	6.51	6.66	6.41	4.58	
1.57	0.99	0.89	0.81	0.64	0.50	0.37	0.31	0.32	0.32	0.28	0.20	0.14	0.21	0.30	0.42	0.49	0.57	0.75	0.90	1.10	1.30	1.33	1.28	0.92	
4.83	4.90	4.61	4.12	3.21	2.49	1.80	1.15	0.65	0.40	0.17				0.32	0.83	1.38	2.07	3.42	4.49	5.52	6.55	6.75	6.58	5.27	
3.16	2.03	1.61	1.05	0.72	0.62	0.45	0.38	0.33	0.27	0.25	0.13		0.17	0.25	0.35	0.49	0.58	0.83	1.09	1.24	1.49	1.54	1.51	1.48	
4.01	4.50	4.31	3.99	3.12	2.34	1.76	0.94	0.64	0.31	0.16				0.33	0.83	1.28	2.04	3.37	4.37	5.46	6.49	6.72	6.59	5.31	
4.07	3.04	2.55	1.75	1.19	0.79	0.65	0.43	0.35	0.32	0.26	0.14	0.12	0.15	0.29	0.41	0.49	0.65	0.98	1.34	1.63	2.10	2.59	2.81	3.24	
3.05	3.59	3.63	3.36	2.71	2.19	1.57	0.84	0.51	0.30	0.15				0.33	0.73	1.18	1.88	3.19	4.12	5.16	6.10	6.28	6.11	4.69	
4.30	3.51	2.79	2.21	1.52	1.08	0.77	0.52	0.40	0.37	0.36	0.30	0.27	0.31	0.40	0.48	0.56	0.80	1.17	1.46	1.93	2.56	2.93	3.46	3.75	
2.63	2.87	2.94	2.70	2.21	1.85	1.45	0.77	0.40	0.17					0.20	0.63	1.14	1.74	2.97	3.96	4.74	5.51	5.71	5.37	4.31	
4.17	3.48	2.89	2.28	1																					

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

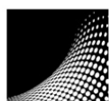
Bewehrung, oben: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]

Maßstab 1 : 100



2
1

max as-1: 0 [cm²/m] (Differenz)
max as-2: 0 [cm²/m] (Differenz)

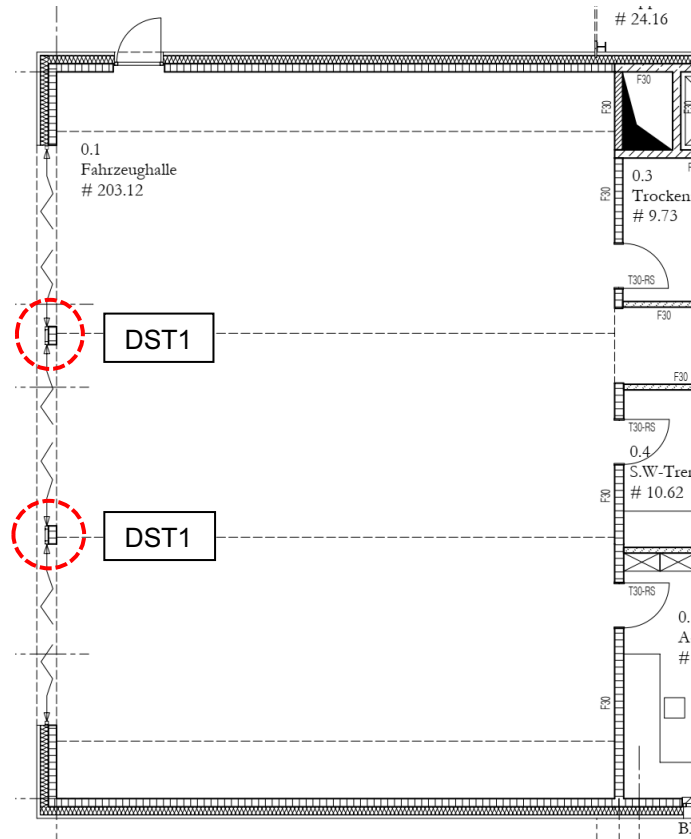


Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"**Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - V_{Ed} / V_{Rd,c}, V_{Ed} / V_{Rd,max}, Schub-Bewehrung [cm²/m²]**

Maßstab 1 : 100

0.22 0.04	0.21 0.04	0.21 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.03	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.03	0.19 0.03	0.19 0.03	0.19 0.03	0.20 0.04	0.21 0.04	0.21 0.04	0.22 0.04	0.23 0.04	0.24 0.05	
0.21 0.04	0.21 0.04	0.21 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.03	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.04	0.20 0.03	0.19 0.03	0.19 0.03	0.19 0.03	0.20 0.04	0.20 0.04	0.21 0.04	0.22 0.04	0.22 0.04	0.23 0.04	0.24 0.05
0.11 0.02	0.11 0.02	0.11 0.02	0.10 0.02	0.10 0.02	0.10 0.02	0.08 0.02	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.02	0.09 0.02	0.10 0.02	0.10 0.02	0.11 0.02	0.12 0.02	0.12 0.02	0.13 0.02	0.14 0.02	0.15 0.02
0.05 0.01	0.06 0.01	0.05 0.01	0.05 0.01	0.04 0.01	0.03 0.01	0.04 0.01	0.06 0.01	0.08 0.01	0.07 0.01	0.05 0.01	0.03 0.01	0.05 0.01	0.07 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.10 0.02	0.10 0.02	0.10 0.02	0.09 0.01	0.08 0.01	0.06 0.01	0.20 0.04	0.30 0.05	0.40 0.05	
0.04 0.01	0.04 0.01	0.04 0.01	0.03 0.01	0.04 0.01	0.05 0.01	0.07 0.01	0.08 0.01	0.14 0.03	0.24 0.04	0.13 0.02	0.09 0.01	0.06 0.01	0.08 0.01	0.14 0.03	0.24 0.04	0.15 0.03	0.12 0.02	0.12 0.02	0.10 0.02	0.07 0.01	0.07 0.01	0.23 0.04	0.39 0.07	0.49 0.09	
0.05 0.01	0.03 0.01	0.03 0.01	0.04 0.01	0.05 0.01	0.06 0.01	0.09 0.02	0.16 0.03	0.33 0.06	0.60 0.11	0.31 0.05	0.10 0.02	0.06 0.01	0.11 0.02	0.26 0.05	0.63 0.11	0.37 0.06	0.19 0.03	0.14 0.02	0.12 0.02	0.11 0.02	0.08 0.01	0.08 0.01	0.27 0.04	0.43 0.07	
0.06 0.01	0.03 0.01	0.03 0.01	0.05 0.01	0.06 0.01	0.07 0.01	0.10 0.02	0.17 0.03	0.28 0.05	0.43 0.08	0.34 0.06	0.10 0.02	0.05 0.01	0.11 0.02	0.23 0.04	0.43 0.08	0.42 0.07	0.18 0.03	0.15 0.03	0.13 0.02	0.12 0.02	0.08 0.01	0.09 0.01	0.29 0.05	0.43 0.08	
0.08 0.01	0.04 0.01	0.03 0.01	0.05 0.01	0.07 0.01	0.08 0.01	0.10 0.02	0.11 0.02	0.14 0.03	0.19 0.03	0.11 0.02	0.07 0.01	0.05 0.01	0.05 0.01	0.10 0.02	0.20 0.04	0.19 0.03	0.16 0.03	0.15 0.03	0.14 0.03	0.13 0.02	0.09 0.02	0.10 0.02	0.30 0.05	0.45 0.08	
0.13 0.02	0.07 0.01	0.04 0.01	0.05 0.01	0.07 0.01	0.09 0.02	0.11 0.02	0.13 0.02	0.17 0.03	0.26 0.05	0.11 0.02	0.07 0.01	0.04 0.01	0.05 0.01	0.10 0.02	0.23 0.04	0.19 0.03	0.18 0.03	0.16 0.03	0.15 0.03	0.13 0.02	0.09 0.02	0.14 0.02	0.34 0.05	0.51 0.09	
0.22 0.04	0.17 0.03	0.07 0.01	0.05 0.01	0.07 0.01	0.09 0.02	0.12 0.03	0.19 0.05	0.34 0.06	0.34 0.06	0.09 0.02	0.08 0.01	0.13 0.02	0.25 0.04	0.84 0.15	0.39 0.07	0.23 0.04	0.17 0.03	0.15 0.03	0.14 0.03	0.09 0.02	0.16 0.03	0.47 0.08	0.84 0.11	1.12 0.19	
0.65 0.12	0.26 0.05	0.16 0.03	0.04 0.01	0.07 0.01	0.09 0.02	0.12 0.03	0.17 0.03	0.32 0.05	0.49 0.09	0.25 0.04	0.09 0.02	0.12 0.02	0.30 0.05	0.79 0.14	0.52 0.09	0.24 0.04	0.18 0.03	0.16 0.03	0.14 0.03	0.10 0.02	0.17 0.03	0.63 0.11	1.48 0.26	6.28	
1.63 0.29	0.63 0.11	0.28 0.05	0.07 0.01	0.09 0.02	0.11 0.02	0.13 0.02	0.13 0.03	0.18 0.03	0.15 0.03	0.06 0.01	0.03 0.01	0.04 0.01	0.11 0.02	0.22 0.04	0.20 0.04	0.18 0.03	0.17 0.03	0.15 0.03	0.11 0.02	0.16 0.03	0.64 0.11	1.12 0.19	4.92	0.36	
2.65 0.38	1.02 0.18	0.29 0.05	0.06 0.01	0.08 0.01	0.10 0.02	0.11 0.02	0.11 0.02	0.06 0.01	0.04 0.01	0.03 0.01	0.02 0.01	0.04 0.01	0.08 0.01	0.11 0.02	0.16 0.03	0.17 0.03	0.18 0.03	0.16 0.03	0.12 0.02	0.10 0.02	0.26 0.05	0.36 0.06	0.36	0.06	
1.58 0.28	0.83 0.09	0.25 0.04	0.07 0.01	0.09 0.01	0.11 0.02	0.13 0.02	0.15 0.03	0.17 0.03	0.25 0.04	0.21 0.04	0.07 0.01	0.02 0.01	0.05 0.01	0.11 0.02	0.18 0.03	0.21 0.04	0.19 0.03	0.18 0.03	0.16 0.03	0.13 0.02	0.08 0.01	0.22 0.04	0.34 0.06	0.06	
0.51 0.09	0.37 0.07	0.17 0.03	0.08 0.01	0.10 0.02	0.12 0.02	0.14 0.03	0.21 0.04	0.34 0.06	0.32 0.06	0.09 0.02	0.04 0.01	0.14 0.02	0.37 0.06	0.44 0.08	0.60 0.10	0.28 0.05	0.21 0.04	0.19 0.03	0.18 0.03	0.13 0.02	0.14 0.02	0.46 0.08	1.02 0.18	4.92	
0.19 0.03	0.17 0.03	0.10 0.02	0.11 0.02	0.12 0.02	0.14 0.03	0.19 0.03	0.24 0.04	0.38 0.07	0.37 0.06	0.11 0.02	0.02 0.01	0.07 0.01	0.15 0.03	0.40 0.07	0.37 0.06	0.25 0.04	0.21 0.04	0.19 0.03	0.18 0.03	0.13 0.02	0.16 0.03	0.61 0.11	1.10 0.19	4.92	
0.15 0.03	0.08 0.01	0.06 0.01	0.10 0.02	0.12 0.02	0.13 0.02	0.14 0.03	0.16 0.03	0.13 0.02	0.09 0.02	0.06 0.01	0.03 0.01	0.04 0.01	0.06 0.01	0.15 0.03	0.20 0.04	0.21 0.04	0.21 0.04	0.20 0.03	0.18 0.03	0.12 0.02	0.16 0.03	0.52 0.09	0.90	0.16	
0.19 0.03	0.13 0.02	0.10 0.02	0.10 0.02	0.12 0.02	0.13 0.02	0.15 0.03	0.16 0.03	0.20 0.04	0.11 0.02	0.05 0.01	0.03 0.01	0.05 0.01	0.17 0.03	0.30 0.05	0.25 0.04	0.22 0.04	0.20 0.04	0.18 0.03	0.13 0.02	0.18 0.03	0.48 0.08	0.67 0.12	0.67	0.12	
0.31 0.06	0.26 0.05	0.14 0.03	0.09 0.02	0.12 0.02	0.15 0.03	0.22 0.04	0.36 0.10	0.39 0.07	0.39 0.07	0.14 0.02	0.03 0.01	0.14 0.02	0.35 0.06	0.38 0.07	0.38 0.07	0.27 0.05	0.22 0.04	0.20 0.03	0.18 0.03	0.12 0.02	0.21 0.04	0.86 0.11	1.00	0.17	
0.69 0.16	0.37 0.07	0.18 0.03	0.08 0.01	0.09 0.02	0.12 0.02	0.15 0.03	0.17 0.03	0.44 0.08	0.24 0.04	0.08 0.01	0.04 0.01	0.09 0.02	0.21 0.04	0.29 0.05	0.33 0.06	0.23 0.04	0.22 0.04	0.20 0.03	0.18 0.03	0.11 0.02	0.25 0.04	0.70 0.12	1.05	4.92	
2.67 0.38	0.84 0.15	0.29 0.05	0.07 0.01	0.08 0.01	0.10 0.02	0.12 0.02	0.13 0.03	0.14 0.03	0.19 0.02	0.12 0.02	0.05 0.01	0.04 0.01	0.11 0.02	0.16 0.03	0.19 0.03	0.20 0.04	0.20 0.04	0.19 0.03	0.17 0.03	0.10 0.02	0.25 0.04	0.72 0.13	1.05	4.92	
1.23 0.33	0.39 0.18	0.23 0.05	0.04 0.01	0.08 0.01	0.10 0.02	0.12 0.02	0.15 0.02	0.17 0.02	0.36 0.06	0.20 0.03	0.09 0.02	0.03 0.01	0.07 0.01	0.16 0.03	0.34 0.06	0.26 0.04	0.21 0.04	0.20 0.03	0.19 0.03	0.17 0.03	0.11 0.02	0.24 0.04	0.67 0.12	1.04	
0.37 0.07	0.26 0.05	0.11 0.02	0.05 0.01	0.08 0.01	0.10 0.02	0.12 0.02	0.20 0.04	0.52 0.09	0.90 0.16	0.25 0.04	0.12 0.02	0.04 0.01	0.09 0.02	0.32 0.06	0.50 0.09	0.37 0.06	0.25 0.04	0.21 0.04	0.19 0.03	0.17 0.03	0.12 0.02	0.19 0.03	0.60 0.10	0.91	
0.13 0.02	0.10 0.02	0.04 0.01	0.06 0.01	0.08 0.01	0.09 0.02	0.12 0.03	0.15 0.04	0.25 0.09	0.49 0.04	0.25 0.09	0.03 0.01	0.08 0.01	0.17 0.03	0.32 0.06	0.23 0.04	0.22 0.04	0.20 0.03	0.18 0.03	0.17 0.03	0.12 0.02	0.13 0.02	0.40 0.07	0.56	0.10	
0.09 0.02	0.05 0.01	0.03 0.01	0.06 0.01	0.07 0.01	0.09 0.02	0.10 0.02	0.11 0.02	0.12 0.02	0.10 0.02	0.06 0.01	0.05 0.01	0.04 0.01	0.04 0.01	0.06 0.01	0.14 0.02	0.18 0.03	0.19 0.03	0.19 0.03	0.18 0.03	0.17 0.03	0.12 0.02	0.10 0.02	0.34 0.06	0.52	
0.07 0.01	0.04 0.01	0.04 0.01	0.06 0.01	0.07 0.01	0.08 0.01	0.09 0.02	0.13 0.03	0.25 0.04	0.11 0.02	0.08 0.01	0.04 0.01	0.06 0.01	0.13 0.02	0.22 0.04	0.19 0.03	0.19 0.03	0.18 0.03	0.17 0.03	0.16 0.03	0.12 0.02	0.08 0.01	0.32 0.06	0.49	0.09	
0.05 0.01	0.03 0.01	0.03 0.01	0.05 0.01	0.06 0.01	0.07 0.01	0.08 0.02	0.13 0.03	0.39 0.07	0.63 0.11	0.27 0.05	0.12 0.02	0.05 0.01	0.09 0.02	0.32 0.06	0.60 0.11	0.39 0.07	0.24 0.04	0.18 0.03	0.16 0.03	0.15 0.03	0.11 0.02	0.31 0.05	0.48	0.08	
0.05 0.01	0.03 0.01	0.03 0.01	0.04 0.01	0.04 0.01	0.06 0.01	0.08 0.02	0.13 0.03	0.22 0.04	0.41 0.07	0.23 0.04	0.09 0.02	0.05 0.01	0.08 0.01	0.21 0.04	0.41 0.07	0.24 0.04	0.19 0.03	0.17 0.03	0.16 0.03	0.14 0.02	0.11 0.02	0.07 0.01	0.30 0.05	0.47	
0.04 0.01	0.05 0.01	0.04 0.01	0.04 0.01	0.03 0.01	0.05 0.01	0.05 0.01	0.07 0.02	0.12 0.02	0.13 0.02	0.13 0.02	0.07 0.01	0.05 0.01	0.07 0.01	0.12 0.02	0.13 0.02	0.13 0.02	0.14 0.02	0.14 0.02	0.13 0.02	0.10 0.02	0.08 0.01	0.29 0.05	0.46	0.08	
0.07 0.01	0.07 0.01	0.07 0.01	0.07 0.01	0.06 0.01	0.06 0.01	0.05 0.01	0.05 0.01	0.06 0.01	0.07 0.01	0.06 0.01	0.04 0.01	0.03 0.01	0.04 0.01	0.06 0.01	0.07 0.01	0.11 0.02	0.12 0.02	0.13 0.02	0.13 0.02	0.14 0.02	0.15 0.03	0.29 0.05	0.45	0.08	
0.14 0.02	0.14 0.02	0.13 0.02	0.12 0.02	0.12 0.02	0.12 0.02	0.12 0.02	0.11 0.02	0.11 0.02																	

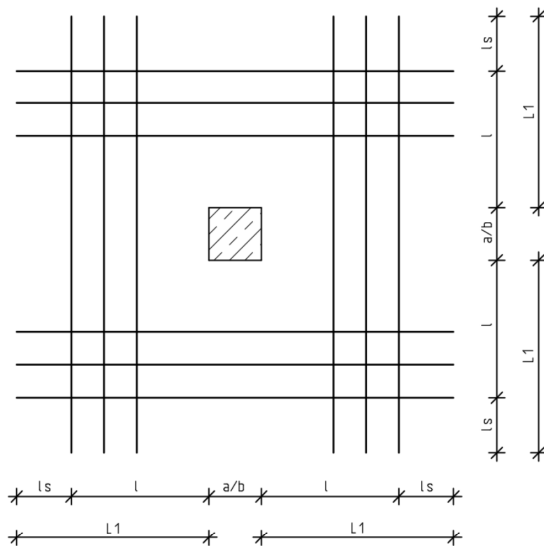
Übersicht:



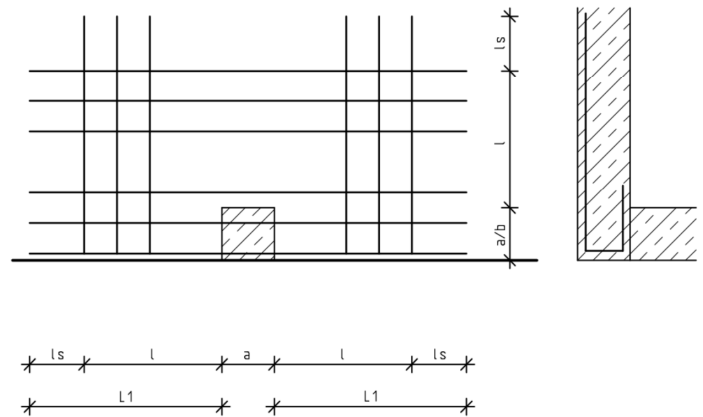
DST-Nr.	V_{Ed}	Grundbewehrung	Zulage unten	Dübelleisten
BP02-DSTI (Randstütze)	290 kN	$\varnothing 14/15 \#$	$\varnothing 10/15 \#$	5x HDB-12/215-3/447

Bewehrungsführung Durchstanzzulage

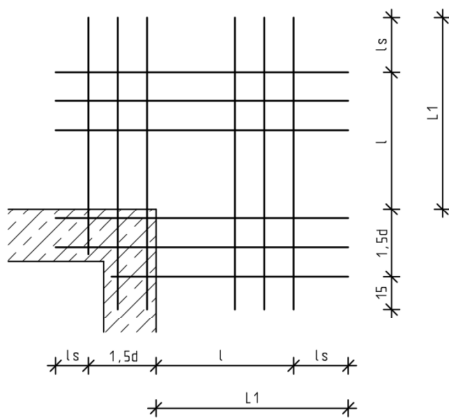
Innenstütze



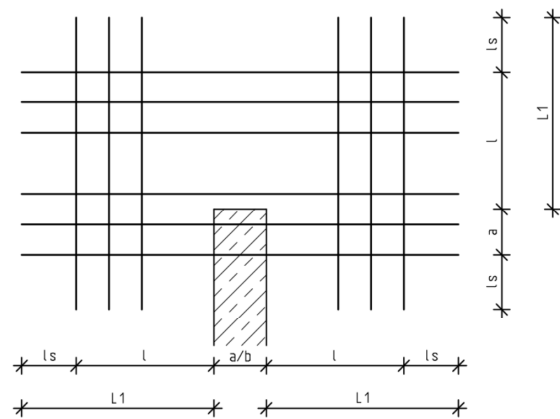
Randstütze



Wanddecke



Wandende



$$l = \max (3,0d \text{ bzw. } L_{\text{Doppelsteife}} + 1,5d)$$

$$L1 = l + l_s$$

Position: BP02 - DST1

Durchstanztyp: Randstütze, rechteckig
Bodenplattenstärke: $h = 30 \text{ cm}$
Gewählte Betondruckfestigkeitsklasse: C25/30
Abmessungen: 40/18 cm
Bemessungslast: $V_{Ed} = 1,35 \times 140 \text{ kN} + 1,5 \times 65 \text{ kN} = 290 \text{ kN}$

Die Bemessungslast ist den Überbaulasten der Bodenplatte entnommen (Lastfall GU & QU).

Bodenpressung σ_d : 25 kN/m^2

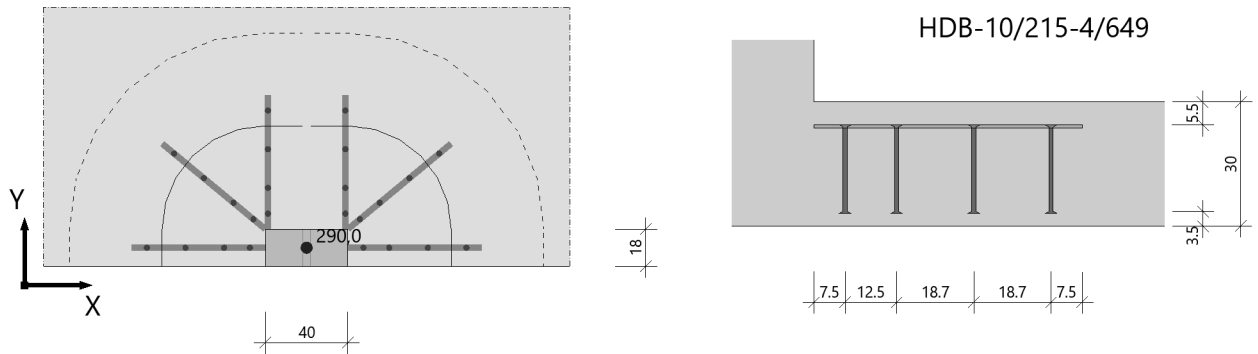
Gewählte Bewehrung

	Grundbewehrung	Zulagebewehrung
obere Lage	Ø12/15 # (= $7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$)	Ø12/15 # (= $7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$)
Stablänge Zulage	parallel zu Plattenrand: $L_{Stab} = b + 2 \cdot (L_{SW} + 1,5 d_m + d_m + l_{bd})$ $\geq b + 2 \cdot (3 d_m + l_{bd})$ $= 40 \text{ cm} + 2 \cdot (55,2 \text{ cm} + 2,5 \cdot 25,0 \text{ cm} + 48 \text{ cm}) = 375 \text{ cm}$ senkrecht zu Plattenrand: $L_{Stab} = 18 \text{ cm} + 55,2 \text{ cm} + 2,5 \cdot 25,0 \text{ cm} + 48 \text{ cm} = 185 \text{ cm}$	
Verlegebereich	Siehe Bemessung Pos. BP02-DST1	
Dübelleisten	6x HDB-10/215-4/649	

Position: BP02 - DST1

Durchstanzen B6+ 02/21B (FRILO R-2021-2/P10)

Grafik



— u1
 u-out, Dx-out = 229.8 cm
 Dy-out = 112.9 cm

Geometrie und Material

Fundamentplatte	h =	30.0 cm	d _m =	25.0 cm
Randstütze	c _x =	40.0 cm	c _y =	18.0 cm
Randabst. Stützenkante	r _y =	0.00 m		
Betondeckung	c _u =	3.5 cm	c _o =	5.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 25/30	Stahl:	B500A
	γ _c =	1.50	γ _s =	1.15
	f _{ck} =	25.0 N/mm ²	f _{yk} =	500.0 N/mm ²

Achtung: $a > 2 \cdot b$;
 Die Lasteintragung wird auf ecknahe Bereiche begrenzt.
 Der kritische Rundschnitt wird aufgelöst: $a_1 = 36.0 \text{ cm}$, $b_1 = 18.0 \text{ cm}$

Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal b _g =	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	A _{sx} =	15.1 cm ² = 15.1 cm ² /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	A _{sy} =	15.1 cm ² = 15.1 cm ² /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A _{sx}	erf b _{gy} ≥	112.9 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	A _{sx} =	17.0 cm ²
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A _{sy}	erf b _{gx} ≥	229.8 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	A _{sy} =	34.7 cm ²

Längsbewehrungsgrade (ρ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	zul ρ ≤	1.629 % = 40.7 cm ² /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min ρ _x =	0.264 % = 6.6 cm ² /m auf 0.15·l _y
	min ρ _y =	0.129 % = 3.2 cm ² /m je m Plattenbreite
vorh. Bewehrungsgrad	vorh ρ =	0.603 % = 15.1 cm ² /m

Gemäß Abs. 6.4.4 (2) wird der Anteil der Fundamentplatteneigenlast vom Sohldruck abgezogen.

vorgeg. Querkraft	V _{Ed} =	290.0 kN
Bodenpressung	p ₀ =	25.00 kN/m ²
Erhöhung	β =	1.400

Ergebnisse

Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für HDB Ankerleisten nach E1

Fläche im krit. Rundschnitt	$A_{crit} = 0.8247 \text{ m}^2$
result. Querkraft	$V_{Ed,red} = 277.7 \text{ kN}$ (bei $a = a_{crit}$)
krit. Rundschnitt	$u_1 = 229.1 \text{ cm}$ (bei $a_{crit} = 50.0 \text{ cm}$, iterativ ermittelt)
Bemessungsquerkraft	$v_{Ed} = 0.679 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.100$
Maßstabsfaktor	$k = 1.894 < 2.0$
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c} = 0.468 \text{ N/mm}^2$ $v_{min} = 0.456 \text{ N/mm}^2$
max. Bemessungswiderstand	$v_{Rd,max} = 0.702 \text{ N/mm}^2 (= 1.5 * v_{Rd,c})$

Ergebnis: $v_{Rd,c} < v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$ Durchstanzbewehrung erforderlich

Durchstanzbewehrung aus HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 (01.09.2020)

äußerer Rundschnitt :	erf $u_{out} = 334.3 \text{ cm}$	erf $L_s = 46.0 \text{ cm}$
	vorh $u_{out} = 370.1 \text{ cm}$	vorh $L_s = 57.4 \text{ cm}$
vorh. Querkraft (bei vorh. L_s)	$V_{Ed} = 275.1 \text{ kN}$	
Erhöhung	$\beta_{red} = \beta = 1.400$ (vom Anwender gewählt)	
Bemessungsquerkraft	$v_{Ed} = 0.416 \text{ N/mm}^2$	
Bemessungswiderstand	$v_{Rd,c} = 0.468 \text{ N/mm}^2$ $v_{min} = 0.456 \text{ N/mm}^2$	
max. zul. Abstand	bei $0.8 * d_m = 37.5 \text{ cm} \geq$ bei $L_s = 50.0 \text{ cm} \geq$ auf Leiste = $19.0 \text{ cm} \geq$	vorh. Abstand bei $0.8 * d_m = 37.5 \text{ cm}$ bei $L_s = 50.0 \text{ cm}$ auf Leiste = 18.7 cm

Hinweis: L_s ist der Abstand von der Stützenkante bis zum äußersten Anker.

Anker : B500A, $\varnothing = 10 \text{ mm}$, $F_{Rd} = 34.1 \text{ kN}$, $F_{Ed} = 32.4 \text{ kN}$, Höhe = 21.5 cm
Anker erf. : 12 Stk. Zone C + 6*2 Stk. Zone D
Anker gew. : 6 Elemente*(2C + 2D) Anker = 24 Stk-Ges
Betondeckung unter/ über Anker : $c_u = 3.5 \text{ cm}$, $c_o = 5.5 \text{ cm}$

gew. Leistentyp je Stütze :

6 Halben-Ankerleisten HDB-10/215-4/649 (75/125/187/187/75)

Hinweis: Mindestens ein Grenzwert der Lasteinleitungsfläche ($u_{load} \leq 12 * d_m$ bzw. $0.5 \leq c_x/c_y \leq 2.0$) ist nicht eingehalten. Es werden nur die Dübelleisten wirksam, welche in den Eckbereichen ($0.5 * a_1$ bzw. $0.5 * b_1$) liegen. Gegebenenfalls Dübelleisten verschieben oder die Position in Wandenden bzw. Wandecken aufteilen.

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

Position: BP03 - Bodenplatte h = 30 cm (Aufzugsunterfahrt)

Geometrische Randbedingungen:

Plattendicke [h]: 30 cm

Anforderungen an das Stahlbetonbauteil:

Expositionsklasse: oben XC1, W0 / unten XC2, WF
gewählte Betondruckfestigkeit: C25/30 - Überwachungsklasse 1
gewählte Betondeckung: oben 25 mm / unten 35 mm
Rechenwert der Rissbreite w_k oben 0,4 mm / unten 0,3 mm

Gründungsvorgaben:

Bettungsmodul: 30 MN/m³

Gewählte Bewehrung:

Grundbewehrung unten: $\varnothing 12/15$ (= 7,54 cm²/m)
Grundbewehrung oben: $\varnothing 12/15$ (= 7,54 cm²/m)
Deckenränder: Stecker $\varnothing 12/15$ mit 2 $\varnothing 12$ längs

Bewehrung konstruktiv gewählt!

Position: A01 - Betonaufkantung

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]: 18/80 (inkl. Bodenplatte)

Anforderungen an das Stahlbetonbauteil:

Expositionsklasse: innen XC1, W0 / außen XC3, XF1, W0

gewählte Betondruckfestigkeit: C25/30 - Überwachungsklasse 1

gewählte Betondeckung: innen 25 mm / außen 35 mm

Rechenwert der Rissbreite w_k innen 0,4 mm / außen 0,3 mm

Größtkorn Betonaufkantung: 8 mm

Gewählte Bewehrung:

Aufkantung: Verbügelung $\emptyset 8/15$
3 $\emptyset 12$ oben

Position: A02 - Betonaufkantung

Geometrische Randbedingungen:

Abmessungen [b/h]: 18/80 (inkl. Bodenplatte)

Anforderungen an das Stahlbetonbauteil:

Expositionsklasse: XC3, XF1, W0
gewählte Betondruckfestigkeit: C25/30 - Überwachungsklasse 1
gewählte Betondeckung: 35 mm
Rechenwert der Rissbreite w_k 0,3 mm

Größtkorn Betonaufkantung: 8 mm

Gewählte Bewehrung:

Aufkantung: Verbügelung $\varnothing 8/15$
3 $\varnothing 12$ oben

Die Betonaufkantung ist wasserundurchlässig und tausalzresistent abzudichten.

Schlussbemerkung

Das Ingenieurbüro IBC Ingenieurbau-Consult GmbH übernimmt nur für die von ihm unter vorstehenden Voraussetzungen berechneten Bauteile die Verantwortung. Sofern sich Änderungen bzw. Unstimmigkeiten ergeben, wird um Benachrichtigung gebeten.

Aufgestellt am 27.05.2024

Für die Berechnung



Dipl.-Ing. (FH) Johannes Flanz



Dr.-Ing. Lars Kützing



M. Sc. Carolin Weimar