Jugendbauhütte Johannistal – Ausführungsplanung LP5

Objekt	Jugendbauhütte Johannistal Wagner-Regeny-Allee 9 12487 Berlin
Auftraggebende	Deutsche Stiftung Denkmalschutz Brüderstraße 13 10178 Berlin
Nutzung	Internationale Jugendgemeinschaftsdienste (IJGD) Glogauer Straße 21 10999 Berlin
Architektur	

[redacted]

Projekt	22063
Gegenstand der Berechnung	Bericht Ausführungsplanung

[redacted]

Die Berechnung umfasst	Seite 01 bis 407
Pläne	GP-P-01 bis GP-P-03 und AP-H- 01 bis AP-H-03 AP-D-DG-01 bis AP-D-X-02

Berlin, den 13.07.2026 [redacted]

Inhaltsverzeichnis

I. Vorbemerkungen ... 5

I.1. Konstruktions- und Objektbeschreibung ... 6
I.1.1. Baunull ... 13

I.1. Baurechtliche Hinweise ... 14
I.2. Brandschutz ... 14
I.3. Schallschutz ... 16
I.4. Wärmeschutz ... 16
I.5. Bauzustände ... 16
I.6. Begrenzung der Verformung ... 17
I.6.1. Gebäudeverformung ... 17
I.6.2. Bauteilverformung ... 17

I.7. Positionen ... 17

II. Planungsgrundlagen ... 18

II.1. Normen, Richtlinien, Berechnungsgrundlagen ... 18
II.2. Weitere Richtlinien und Merkblätter ... 18
II.3. Architekturpläne ... 18
II.4. Verwendete Software ... 18

III. Pläne ... 19

IV. Querschnittsänderungen ... 20

IV.1. Übersicht ... 20
IV.1.1. St-01 ... 22
IV.1.2. St-02 ... 25
IV.1.3. St-03 ... 28
IV.1.4. St-04 ... 31
IV.1.5. St-05 ... 34
IV.1.6. St-10 ... 37
IV.1.7. St-16 ... 40
IV.1.8. B-E-17 ... 40
IV.1.9. B-E-15-A und B-E-15-B ... 42
IV.1.10. B-1-05-A, B-1-07, B-1-08 ... 43
IV.1.11. B-1-10 ... 45
IV.1.12. B-1-11 ... 46

V. Durchbruchsplanung ... 47

V.1. B-E-50 Hauptträger Geschossdecke ... 47
V.2. B-E-53 Nebenträger Geschossdecke ... 52

VI. Änderung Anprallkonzept ... 55

VI.1. Übersicht Anprall Stützen ... 56
VI.2. Nachweise Anprall auf +0,35 m ü. OK FF EG ... 72
VI.3. Nachweis Anprall auf +0,2 m ü. OK FF EG ... 74

VII. Gründung ... 80

VII.1. Änderungen Gründungsbauteile ... 80

VII.2. Übersicht Aufkantungen ... 81
VII.3. Fugen ... 82
VII.4. Nachweis Fundamente auf Anprall ... 83
VII.4.1. Fu-01 ... 84
VII.4.2. Fu-02 ... 88
VII.4.3. Fu-03 ... 92
VII.4.4. Fu-04 ... 96
VII.4.5. Fu-05 ... 107
VII.4.6. Fu-06 ... 110

VIII. Ergänzte Positionen LP5 ... 111

VIII.1. Außentreppe T-E-02 ... 111
VIII.1.1. Bemessung Gitterrost ... 123
VIII.1.2. Bemessung biegesteife Rahmenecke Treppenpodest ... 124
VIII.1.3. Bemessung Verbindung Treppenwange - Ankerplatte ... 129
VIII.1.4. Anschluss Treppenwange an Treppenpodest ... 130
VIII.1.5. Anschluss Haupt- und Nebenträger Treppenpodest ... 132
VIII.1.6. Bemessung Fu-10 Punktfundamente Stützenfüße ... 133
VIII.1.7. Bemessung Fu-11 Streifenfundament Fuß Treppenwange ... 140
VIII.2. Fu-12 Gebäudeeinführung (Schacht Fernwärme) ... 146
VIII.3. Mobile Trennwand ... 155
VIII.3.1. Bemessung B-1-05-B ... 155
VIII.3.2. Nachweis der Ausklinkung B-1-05-B ... 160
VIII.3.3. Bemerkung zu Fu-04 ... 164
VIII.4. Berücksichtigung Geländerlasten Galerieebene ... 165
VIII.4.1. Anschluss Nebenträger-Hauptträger Geschossdecke (D-213) ... 172
VIII.4.2. Absturzsicherung Fenster 1. OG ... 175

IX. Anschlussdetails Holzbau ... 177

IX.1. D001-D007 Anschlüsse Holzstützen an Fundamente ... 177
IX.1.1. Bemessungslasten Stützen ... 177
IX.1.2. Bemessungslasten Zug Stützen ... 185
IX.1.3. Übersicht Anschlusstypen ... 186
IX.1.4. D-001 Querkraftdorn ... 187
IX.1.5. D-002 Winkelverbinder für Zugstützen ... 198
IX.1.6. D-003 Winkelverbinder für Zugstützen II ... 203
IX.1.7. D-004 Winkelverbinder für Zugstützen III ... 205
IX.1.8. D-005 Schlitzblech Freilager ... 209
IX.1.9. D-006 Kreuzschlitzblech ... 214
IX.1.10. D-007 Einspannung mit Schlitzblech und Köcherfundament ... 221
IX.2. D101-D145 Dachtragwerk Satteldach ... 234
IX.2.1. Anschlüsse Sparren und Pfetten Satteldach Achsen A und C ... 234
IX.2.2. D-101 Anschluss Sparren-Firstpfette ... 235
IX.2.3. D-102 Anschluss Sparren-Stützen Achse A ... 237
IX.2.4. D-103 Anschluss Sparren-Randpfette Achse A ... 237
IX.2.5. D-104 Anschluss Pfette (F90 Schmiede) Achse A-17 und A-23 ... 238
IX.2.6. D-106 Anschluss Randpfetten L = 1,25/2,5 m an Stützen Achse A ... 249
IX.2.7. D-107 Anschluss Randpfette L = 3,75 m an Stütze Achse A ... 253

IX.2.8. D-108 Anschluss zweiteiliger Sparren auskragend-Randpfette Achse C ... 256
IX.2.9. D-109 Anschluss Sparren auskragend – Randpfette – Stütze Achse C ... 267
IX.2.10. D-110 Anschluss Sparren auskragend-Randpfettenende Achse C ... 272
IX.2.11. D-111 Anschluss Sparren – Randpfette Achse C ... 274
IX.2.12. D-112 Anschluss zweiteiliger Sparren – Randpfette Achse C ... 281
IX.2.13. D-131 Firstpfette Satteldach B-1-01 auf St-01/02/03/04/05/08 ... 290
IX.2.14. D-141 Anschluss Dachfertigteil – Sparren Satteldach ... 292
IX.2.15. D-142 Anschluss Nebenträger-Hauptträger Satteldach-Freilager ... 294
IX.2.16. D-143 Anschluss Firstpfette Satteldach-Freilager/ Schmiede zu Brandwand – zweiteiliger Sparren ... 295
IX.2.17. D-144 Anschluss Sparren Satteldach – Stütze St-09 ... 307
IX.2.18. D-145 Knotenpunkt Achsenkreuz C-10 ... 311
IX.2.19. D-146 St-04-B Anschluss an Sparren ... 311
IX.3. D201-D214 Wände (OG+EG) ... 314
IX.3.1. D-201 Anschluss Randpfetten L = 3,75 m an Stützen Achsen A/C/1 ... 314
IX.3.2. D-202 Direkte Lagerung Rähm B-1-06 AW Achse A auf St-01/02/03/04/07 ... 317
IX.3.3. D-203 Direkte Lagerung Rähm B-1-08 auf Stützen Achse E ... 317
IX.3.4. D-205 B-E-12 Abfangträger nichttragende IW Achsen 10, 17, 23 ... 317
IX.3.5. D-206 B-E-13 Mittelbalken Achse C ... 322
IX.3.6. D-207 B-1-14 Rähm Achse C ... 324
IX.3.7. D-208 B-E-15-A und B-E-15-B Mittelbalken Achse 1 und 10 ... 325
IX.3.8. D-209 B-E-17 Abfangträger Tor Freilager EG ... 327
IX.3.9. D-210 B-1-10 Abfangträger Tor Freilager 1. OG ... 334
IX.3.10. D-211 B-E-50 Hauptträger Geschossdecke Innenachsen 26, 20, 07, 04 und B-E-51 Hauptträger Geschossdecke Innenachsen 12, 15 an St-02-A ... 336
IX.3.11. D-212 Auflager Geschossdecke über EG an Hauptträger (Regelfall) ... 337
IX.3.12. D-213 Auflager Geschossdecke über EG an F90-Wand ... 338
IX.3.13. D-214 Auflager Geschossdecke über EG (Abtrag Geländerlasten) ... 344
IX.3.14. D-215 B-E-55 Nebenträger Geschossdecke an Stütze ... 344
IX.3.15. D-216 B-E-52 Indirekte Lagerung an Stütze (Achse 1 und 29) ... 347
IX.4. D301-D307 Dachtragwerk Sheddach ... 348
IX.4.1. D-301 Anschluss Sparren an First- und Kehlpfetten ... 348
IX.4.2. D-302 Anschluss Steico-Joist-Modul an Balkenträger Sheddach ... 352
IX.4.3. D-303 Anschluss PV-Module ... 357
IX.4.4. D-304 Direktes Auflager Kehle Sheddach B-1-05-A auf St-10 (Achse D) ... 360
IX.4.5. D-305 Lagerung Randpfette Sheddach B-1-08 auf Stützen Achse E ... 365
IX.4.6. D-306 Lagerung Firstpfette B-1-07 auf Stütze St-09 ... 372
IX.4.7. D-307 Anschluss Stütze St-09 an Firstpfette und Balken B-E-09 ... 374
IX.4.8. D-308 Sparren B-1-02 an Mittelpfette B-1-03 und Stütze St-01-A ... 377
IX.5. D401-D405 Anschlüsse Aussteifung ... 380
IX.5.1. D-401 Auskreuzung Sheddach mit Stahlseil Oberlichter B-1-19 ... 380
IX.5.2. D-402 Auskreuzung Sheddach mit Balkenträger B-1-18 ... 382
IX.5.3. D-403 Ausbildung Fachwerkknoten (Achse A/1) ... 383
IX.5.4. D-404 Überblattung Aussteifungsdiagonalen ... 384
IX.5.5. D-405 Anschluss Aussteifungsdiagonalen B-20 allgemein ... 385
IX.6. D501-D505 Details Innentreppe Tr-01 ... 387
IX.6.1. D-501 Anschluss Mittelstütze – Ausklinkung Treppenwange ... 387
IX.6.2. D-502 Anschluss Mittelstütze an unbewehrte Bodenplatte ... 388
IX.6.3. D-503 Anschluss Treppenpodest – Innenwand Achse B ... 391

IX.6.4. D-504 Anschluss Trittstufen & Podest an Treppenwange ... 394
IX.6.5. D-505 Rahmenecke Treppenwange ... 396
IX.6.6. D-506 Anschluss Treppenwange an B-E-12 Achse 10 ... 397
IX.6.7. D-507 Unteres Auflager Treppenwange ... 398
IX.6.8. D-508 Anschluss Randstütze Treppe St-16 an Balken B-E-12 Achse 10 ... 401
IX.7. D601-D605 Außentreppe ... 402
IX.7.1. D-601 Verankerung Treppenwange ... 402
IX.7.2. D-602 Verankerung Stützenfuß Treppenpodest ... 402
IX.7.3. D-603 Biegesteife Rahmenecke Treppenwange – Treppenpodest ... 402
IX.7.4. D-604 Anschluss Querträger an Hauptträger Treppenpodest ... 402
IX.7.5. D-605 Anschluss Querriegel Treppe (Treppenstufen) an Wange ... 402
IX.8. D701-702 Andere Details ... 403
IX.8.1. D-701 und D-702 Falttor B-E-13-B und B-E-09: Nachweis Balkenträger, Befestigung Tor, Anschluss an Stütze 403

I. Vorbemerkungen

[redacted] wurden von *den Architekten* als Generalplaner mit der Tragwerksplanung für den Neubau eines Werkstattgebäudes in der Wagner-Regeny-Allee 9 in 12487 Berlin beauftragt.

Dieser Bericht umfasst die Vorbemerkungen und Erläuterungen zu den in der Genehmigungsplanung verwendeten Modellierungs- und Lastansätzen und sowie die statische Berechnung für den Endzustand des Tragwerkes.
Die vorliegende Genehmigungsplanung basiert auf dem architektonischen Entwurf mit Planstand vom 22.09.2025.

Das Gebäude wird als Werkstattgebäude mit Multifunktions- und Versorgungsräumen im Auftrag der *Deutschen Stiftung Denkmalschutz* errichtet und soll von den *Internationalen Jugendgemeinschaftsdiensten* (IJGD) als Lehrbauhof genutzt werden.
Das Baugrundstück erstreckt sich in nordwestlich- südöstliche Richtung parallel zur S-Bahntrasse S8, S9 und Adlergestell (B96a). Es befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft zum Lokschuppen Berlin Schöneweide.

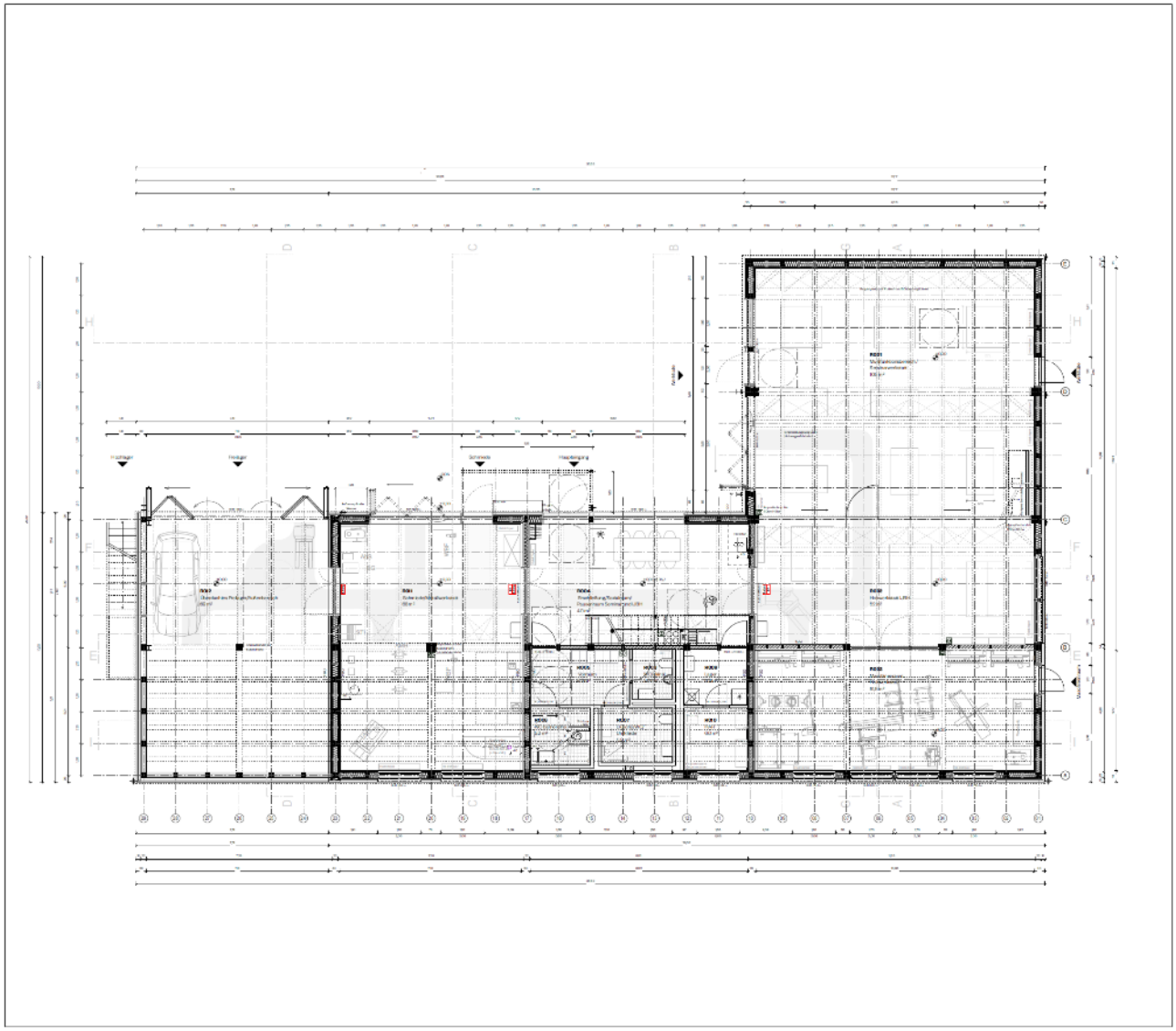
I.1. Konstruktions- und Objektbeschreibung

Das L-förmige Gebäude gliedert sich in eine südöstliche eingeschossige Halle (Achse 1 bis 10) und einen nordwestlichen ebenfalls eingeschossigen Seitenflügel (Achse 10 bis 29). Innerhalb des Seitenflügels befindet sich ein überdachtes Freilager mit durchlüfteter Fassade und durchlüftetem Tor im Erdgeschoss (Achse 23 bis 29).

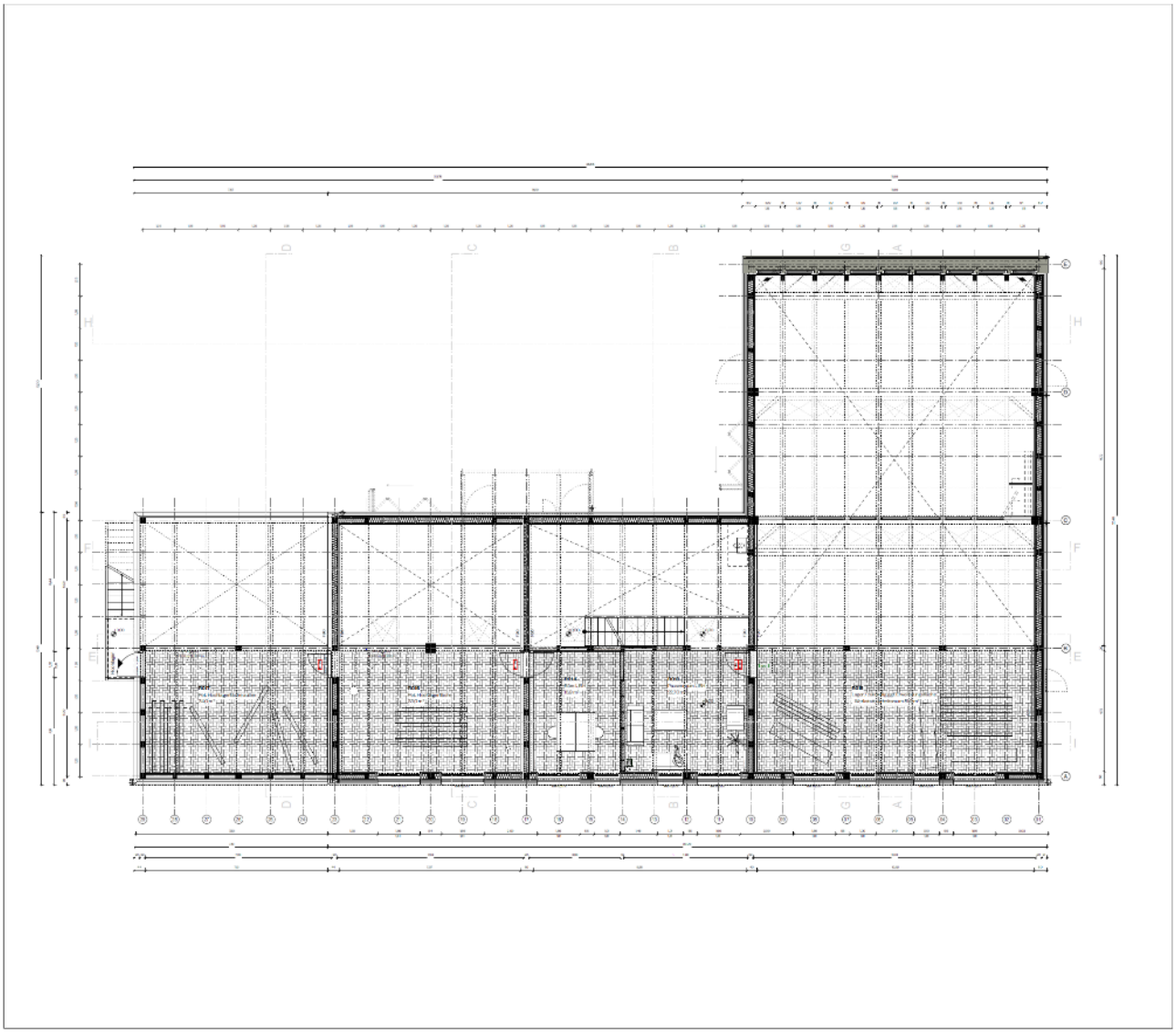
Die Halle beherbergt einen Multifunktionsbereich / Seminarwerkstatt, eine Mobi-Holzwerkstatt, einen Maschinenraum sowie eine Holzwerkstatt. Im Seitenflügel sind Erschließung, Sanitäranlagen, ein Sozialraum, eine Schmiede / Metallwerkstatt sowie das überdachte Freilager untergebracht.

Von Achse 10 bis 17 sowie A bis B wird ein Geschoss eingezogen, das einen Sozialraum und ein Büro beherbergt. In den Achsen A bis B sowie 1 bis 10 und 17 bis 29 wollen sich die Planenden (IJBH) die Möglichkeit beibehalten, nachträglich ebenfalls Geschosse einzuziehen. Diese sollen als Hochlagerfläche dienen.
Folglich werden die Lasten der nachträglich eingebauten Geschosse dort, wo sie negativ wirken angesetzt (V-Lastabtrag) und dort, wo sie posititv wirken (H-Lastabtrag) nicht angesetzt.

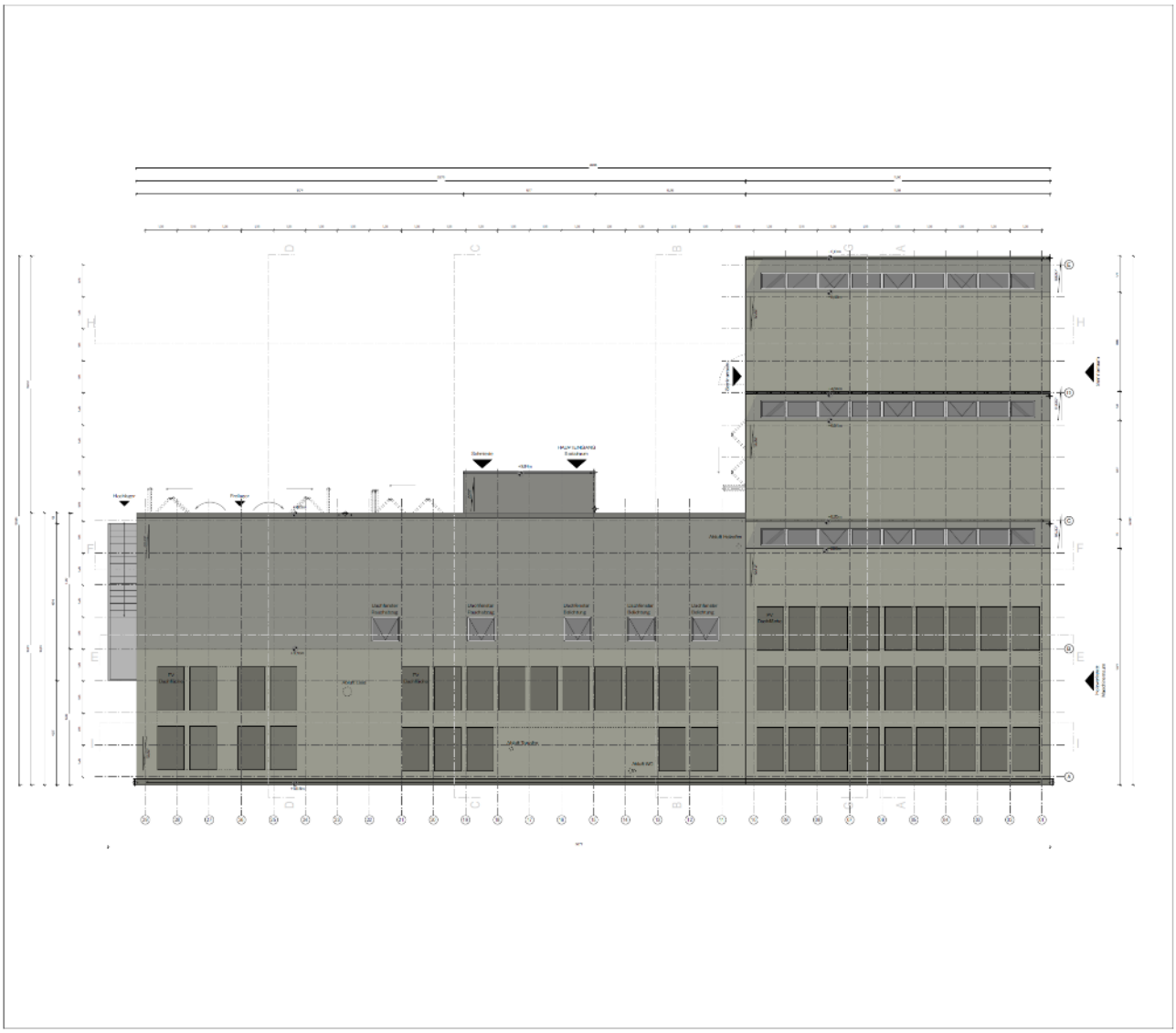
Auf der südwestlichen Dachfläche (Achse A bis B bzw. C) werden PV-Module geplant.



Grundriss EG



Grundriss OG



Grundriss, PV-Dachfläche

Das Gebäude wird als Holzskelettbau mit zwei verschiedenen Dachformen geplant, ein Sheddach im Hallenbereich und ein Satteldach im Seitenflügel.

Die Sparren des Sheds spannen als Einfeldträger über sieben Felder hinweg von Kehle zu First.
Die Sparren des Satteldaches spannen von First- zu Fußpfette.
In Achse 10 geht die Firstpfette des Seitenflügels in die Mittelpfette des Sheddaches über.
Im Bereich des Vordaches kragen die Sparren des Satteldaches 1,80 m aus.

Die Pfetten der Dachkonstruktion werden von Holzstützen abgefangen.

Das Dach wird durch Sperrholzplatten mit Randgurten als Scheibe ausgebildet. Diese werden zug- und schubfest an die aussteifenden Elemente angeschlossen.
Die aussteifenden Elemente sind eingespannten Stützen in Achse C und D sowie Fachwerkswände.

Die Geschossdecke wird als System aus Haupt- und Nebenträgern als Holzbalkendecke ausgebildet, die nachträglich angeschlossen werden kann.

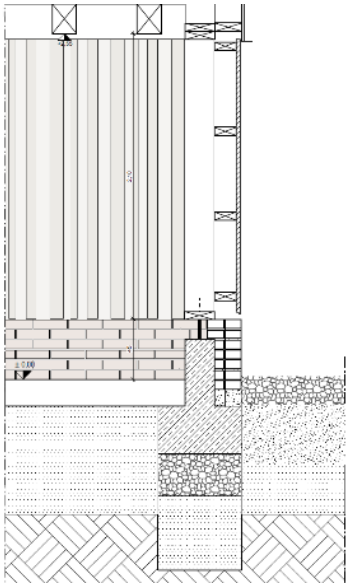
Die Gründung erfolgt auf Streifen- und Punktfundamenten. Abhängig von Fahrzeug- und Regallast wird die Bodenplatte unbewehrt ausgeführt. Sie wird nicht zum Lastabtrag des Hochbaus angesetzt.

Das Gebäude ist nicht unterkellert. Nachbarbebauung grenzt nicht unmittelbar an.

Für das Erdgeschoss des Freilagers wird Nutzungsklasse 2 angesetzt. Das Tragwerk liegt hinter der durchlüfteten Fassade. Somit sind die Bauteile der Witterung nicht frei ausgesetzt (siehe Fassadenschnitt überdachtes Freilager).

Zusammenfassung

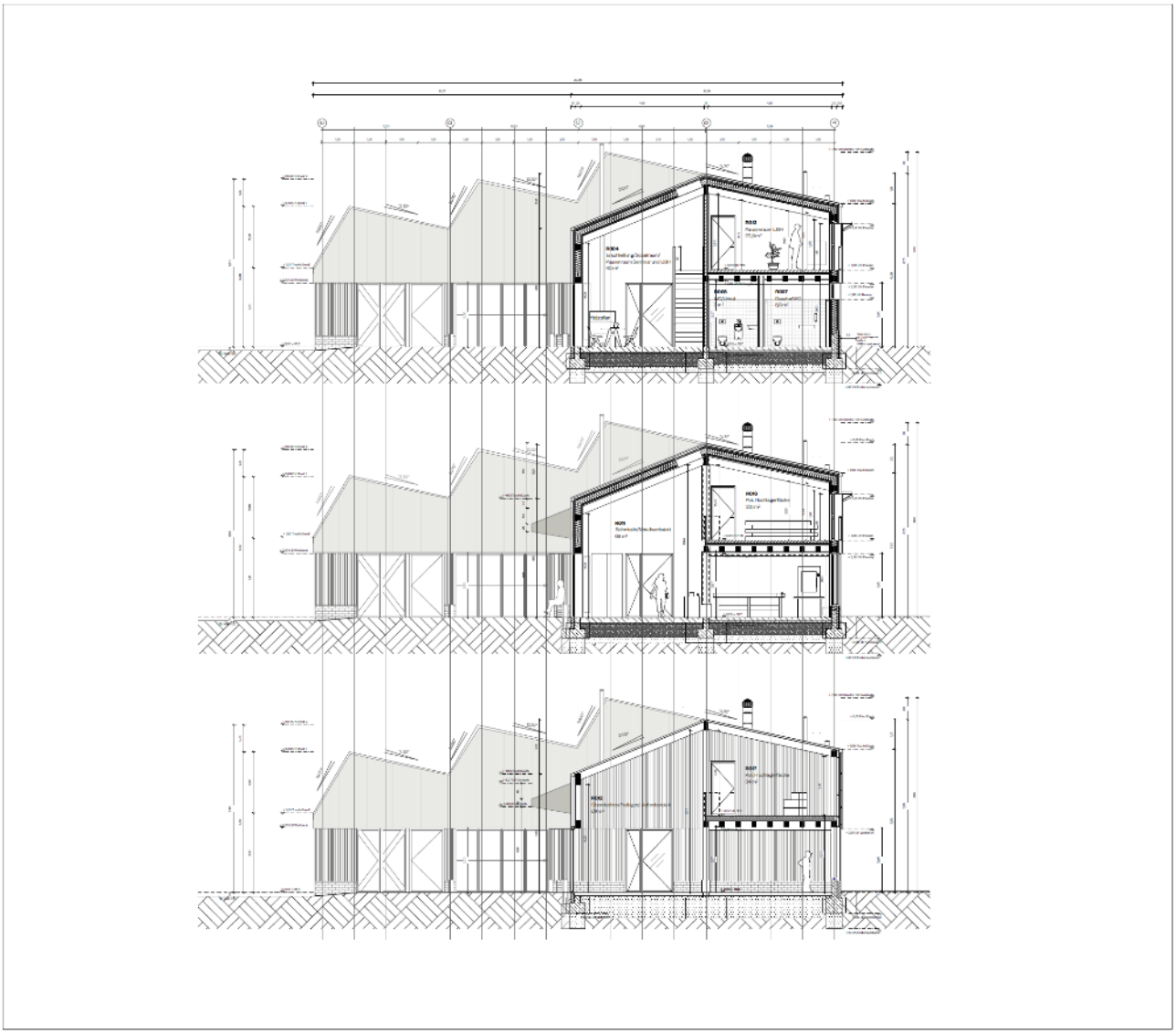
Baumaßnahme, Gebäudetyp:	Neubau Jugendbauhütte, GK 3, Sonderbau
Anzahl Vollgeschosse:	1
davon unter OK Gelände:	0
Dachgeschoss	0
Dachform:	Satteldach, Sheddach
Dachkonstruktion:	Holzbauweise
Außenwände EG, OG, DG:	Holzskelettbau, Fachwerk
tragende Innenwände:	Holzskelettbau, Fachwerk
Gründung:	Streifen- und Einzelfundamente sowie Bodenplatte



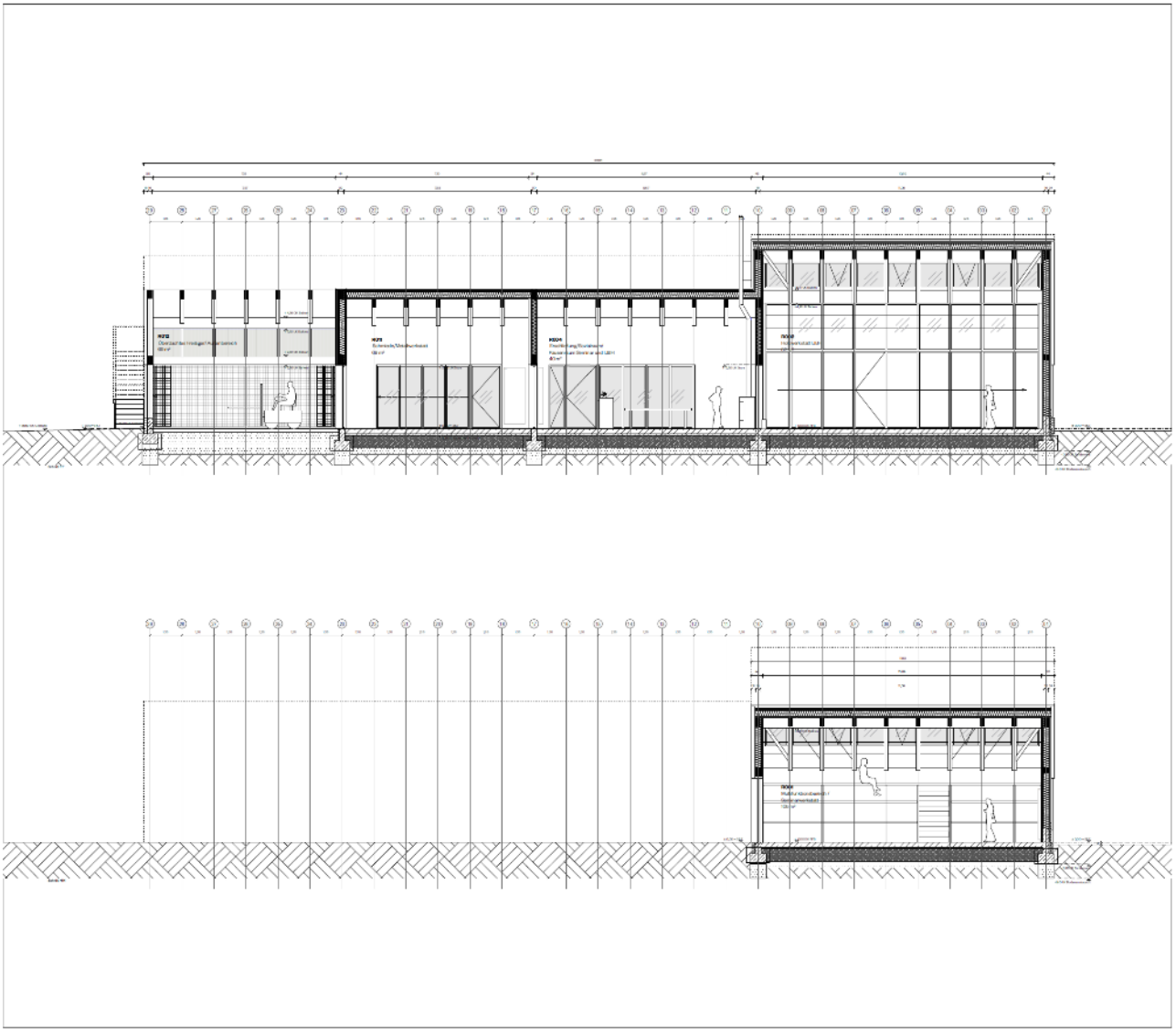
Fassadenschnitt überdachtes Freilager



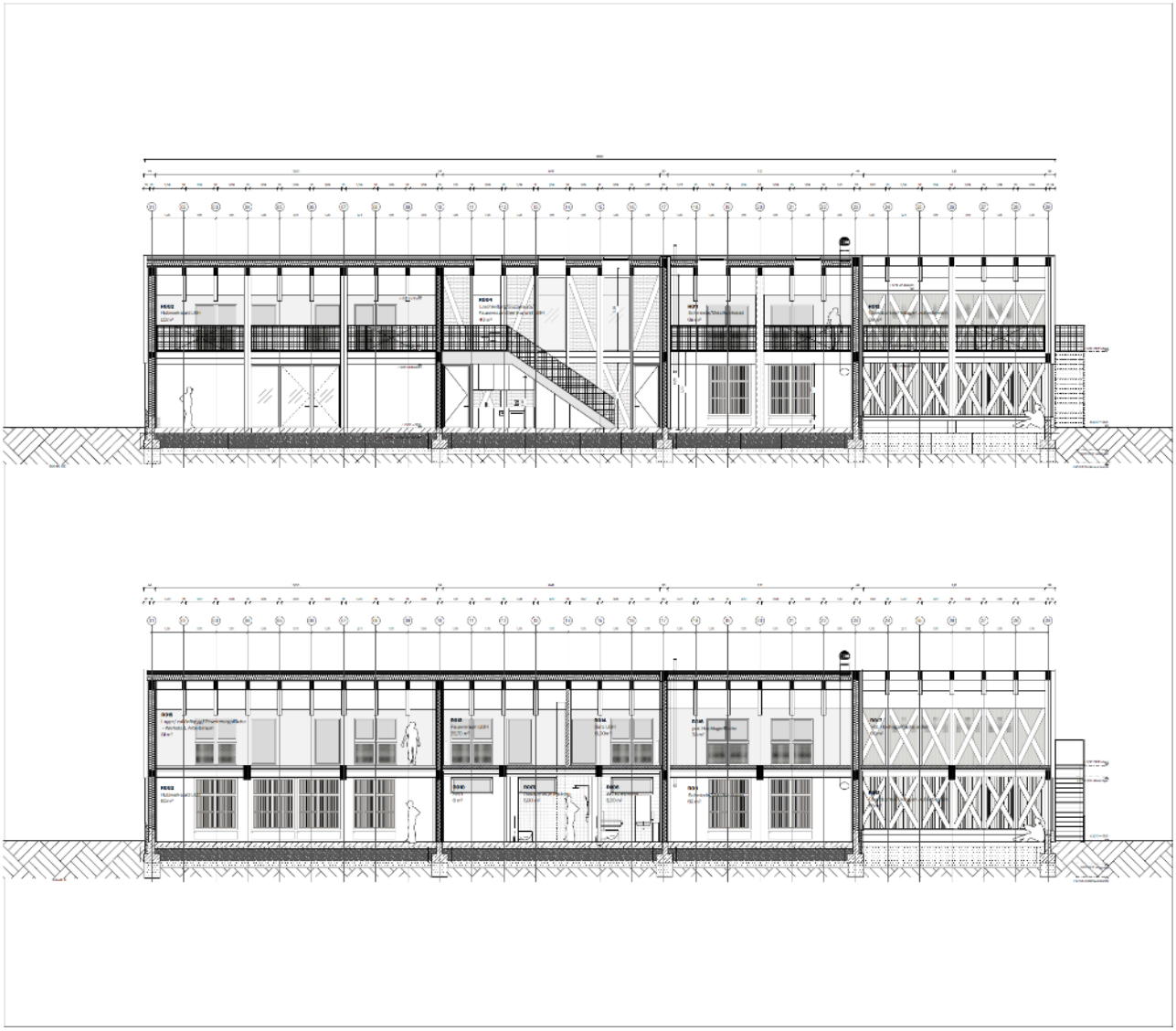
Schnitt längs Halle



Schnitt quer Seitenflügel



Schnitt längs Seitenflügel



Schnitt längs Seitenflügel

I.1.1. **Baunull**

Gemäß Architekturplanung korrigiert:

Baunull NN +35,7 m (OK FF EG)

I.1. Baurechtliche Hinweise

Das Gebäude ist nach BauO Berlin in Gebäudeklasse 3 einzustufen. Zudem liegt ein Sonderbau nach §2 (4) BauOBln vor, was Einfluss auf den Brandschutz hat.
Da die Hallenaussteifung nur am räumlichen System nachgewiesen werden kann und somit die Punkte des Kriterienkatalogs nach §13 Abs. 4 BAuVerfVO nicht erfüllt sind, muss der Standsicherheitsnachweis geprüft werden.

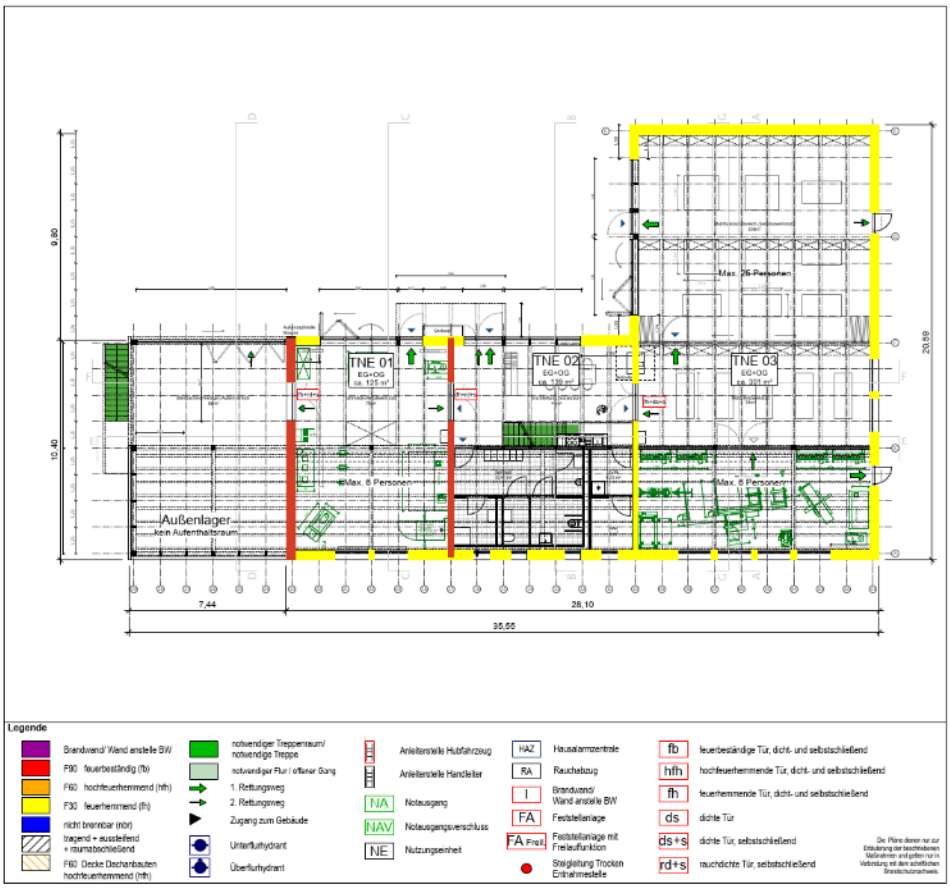
I.2. Brandschutz

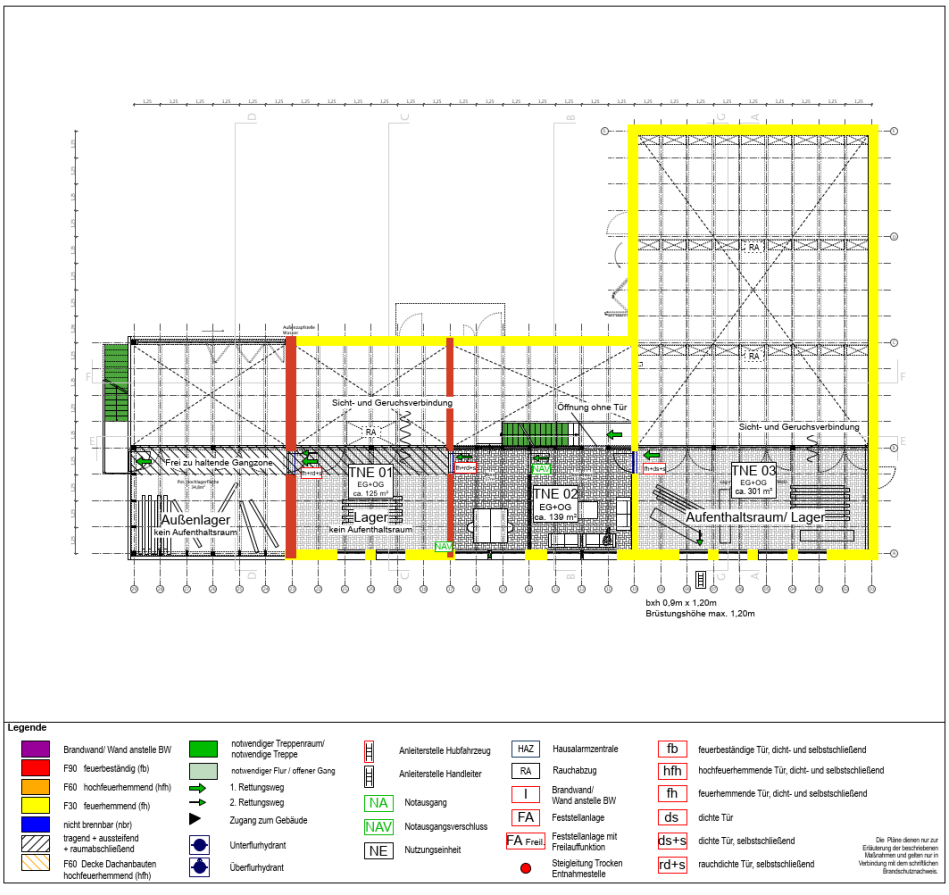
Basierend auf dem Brandschutzkonzept vom 27.11.2023 liegen folgende Brandschutzanforderungen vor:

Bauteil	Anforderung	Nachweis
Dachtragwerk	F30	Bemessung auf Abbrand mit einseitiger bzw. dreiseitiger Brandbeanspruchung
Tragende Innenwände unter Dachtragwerk	F30	Bemessung auf Abbrand mit zweiseitiger Brandbeanspruchung
Tragende Unterzüge unter Dachtragwerk	F30	Bemessung auf Abbrand mit einseitiger bzw. dreiseitiger Brandbeanspruchung
Tragende Stützen unter Dachtragwerk	F30	Bemessung auf Abbrand mit allseitiger Brandbeanspruchung
Geschossdecken	F30	Bemessung auf Abbrand mit einseitiger Brandbeanspruchung
Geschossdecke über Schmiede	F90	Brandschutzbekleidung gemäß Objektplanung
Tragende Innenwände unter Geschossdecken	F30	Bemessung auf Abbrand mit zweiseitiger Brandbeanspruchung
Tragende Unterzüge unter Geschossdecken	F30	Bemessung auf Abbrand mit einseitiger bzw. dreiseitiger Brandbeanspruchung
Tragende Stützen unter Geschossdecken	F30	Bemessung auf Abbrand mit allseitiger Brandbeanspruchung
Nicht tragende Außenwände	F0	-
Tragende Außenwände und Stützen in Außenwänden	F30	Bemessung auf Abbrand mit einseitiger Brandbeanspruchung
Innenwände Achse 17, 23	F90	Brandschutzbekleidung gemäß Objektplanung
Innenwände Achse 10	F30	Bemessung auf Abbrand mit einseitiger Brandbeanspruchung
Treppe	F30	aus nichtbrennbaren Baustoffen

Brandschutzanforderungen und Nachweiskonzept der einzelnen Bauteile

Es wird darauf hingewiesen, dass die Brandschutzbekleidung der Innenwände mit F90-Anforderungen über die gesamte Wandhöhe bis unter die Dachhaut (Wellblech) durchgezogen wird.





Brandschutzkonzept Grundrisse



Brandschutzkonzept Schnitte

Bekleidungen, Fußbodenaufbauten und die Konstruktion **nicht tragender Bauteile**, die den oben genannten Anforderungen entsprechen sollen, müssen von der Objektplanung festgelegt werden.

Tragende Bauteile, die in Absprache mit der Architektur, nicht auf Abbrand bemessen werden können bzw. sollen, müssen von der Objektplanung entsprechend bekleidet werden.

Verbindungsmittel aus Stahl werden, wo möglich, innerhalb des nichtabbrennenden Holzquerschnitts versenkt oder, wenn nicht anders ausführbar, verkleidet.

I.3. Schallschutz

Die Schallschutzziele und die damit verbundenen Bauteilaufbauten werden gesondert im Rahmen eines Schallschutznachweises durch [redacted] dokumentiert.

I.4. Wärmeschutz

Das Gebäude ist rundum gedämmt. Konstruktiv ergeben sich auf dem Niveau der Genehmigungsplanung keine besonderen erforderlichen Maßnahmen, welche Einfluss auf das statische Konzept haben.

I.5. Bauzustände

Im Zuge der Tragwerksplanung wird nur der Endzustand des Tragwerks untersucht.
Die Tragfähigkeit in temporären Bau-, Montage- und Transportzuständen ist ggf. gesondert zu nachzuweisen. Ebenso sind geeignete Maßnahmen bei der Herstellung zu treffen (Anordnung von Hilfsstützen, Anpassung der Ausschalfristen etc.).

I.6. Begrenzung der Verformung

Die Begrenzung der Verformung unter Gebrauchslasten dient der Aufrechterhaltung der Nutzbarkeit des Gebäudes. Bei Überschreitung der Grenzwerte können bestimmte Funktionen nicht mehr gewährleistet werden. Dies kann z.B. das Überschreiten gewisser Verformungen sein, die gegeben falls die Nutzung einschränken. Weiterhin gehört dazu auch die optische Beeinträchtigung in Form von Rissen in nicht tragenden Bauteilen oder Fassaden, wo sie unter Umständen den Witterungsschutz beeinträchtigen.

I.6.1. Gebäudeverformung

In Deutschland gibt es keine verbindlich einzuhaltenden Grenzwerte der Verformung des Gesamtgebäudes. Der Berichtsverfasser orientiert sich an dem im Massivbau existierenden Abgrenzungskriterium der sogenannten Labilitätszahl, bei deren Einhaltung die Berücksichtigung von Verformungen bei der Bemessung der Tragfähigkeit nicht notwendig ist. Die Einhaltung der Labilitätszahl ist in der Regel bei einer Begrenzung der Horizontalverformung von

$$u_{grenz} = h/ 500$$

gewährleistet.
Zur Vermeidung von übermäßigen Verformungen der Fassade wird die Differenz der Horizontalverformung zwischen zwei Geschossen auf

$$\Delta u = 10 \text{ mm}$$

begrenzt.

I.6.2. Bauteilverformung

Die Vertikalverformung der **Holzbauteile** sind nach DIN EN 1995-1-1:2012-12, 2.2.3 wie folgt zu begrenzen:

Anfangsverformung	w_{inst}	= ℓ/ 300 bis ℓ/ 500	für die charakteristische Kombination
Endverformung	w_{fin}	= ℓ/150 bis ℓ/ 300	für die quasi-ständige Kombination

Sollten erhöhte Anforderungen an die Verformung im Zusammenhang mit Öffnungselementen gelten, muss dies von der Objektplanung mitgeteilt werden. Die erhöhten Anforderungen können zu geänderten Querschnitten führen.

I.7. Positionen

In den Positionsplänen sind Übersichten mit den Positionsbezeichnungen enthalten. Die Bauteile werden durchgehend durch alle Geschosse betrachtet und entsprechend gleich benannt. Wo dies durch die Gebäudegeometrie nicht möglich ist, werden Bauteile fortlaufend nummeriert.
Die Positionspläne sind maßgebend für die Statik der Leistungsphase 5 und mit den Architekturplänen gleichzustellen.

II. Planungsgrundlagen

II.1. Normen, Richtlinien, Berechnungsgrundlagen

- DIN EN 1990 mit NA Grundlagen der Tragwerksplanung
- DIN EN 1991 mit NA Einwirkungen auf Tragwerke

- DIN EN 1992 mit NA Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
- DIN EN 1993 mit NA Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
- DIN EN 1994 mit NA Bemessung und Konstruktion von Stahlverbundbauten
- DIN EN 1995 mit NA Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
- DIN EN 1996 mit NA Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
- DIN EN 1997 mit NA Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

II.2. Weitere Richtlinien und Merkblätter

- DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ Ausgabe 2017
- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 555 „Erläuterung zur DAfStb-Richtlinie – Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“
- DBV-Merkblatt „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau“
- Brettsperrholz Bemessung, Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode / proHolz Austria 2013
- Brettsperrholz Bemessung Band II, Anwendungsfälle / proHolz Austria 2018
- Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFHHolzR (Fassung Juli 2004)

II.3. Architekturpläne

Im Zuge der Leistungsphase 5 wurden die folgenden Architektenplanstände bearbeitet.
Letztgültiger Planstand und damit Grundlage für die Vorplanung sind die Architekturpläne mit Stand vom 22.09.2025.

II.4. Verwendete Software

Finite Elemente Software Dlubal RFEM Version 5.26
Friedrich und Lochner, Version 4.2022
Würth Technical Software II

III. Pläne

Detailpläne

AP-D-FU-01	Details Stützen	D-001 bis D-007
AP-D-EG-01	Details Wände	D-201 bis D-213
AP-D-DG-01	Details Sheddach	D-301 bis D-305
AP-D-X-01	Details Aussteifungen	D-341 bis D-405
AP-D-X-02	Andere Details	D-701 bis D-702
AP-D-DG-02	Details Satteldach	D-101-D-113
AP-D-DG-03	Details Satteldach	D-131, D-141 bis D-143
AP-D-TR-01	Details Innentreppe	D-501 bis D-505
AP-D-TR-02	Details Außentreppe	D-601 bis D-605

Verortungspläne

AP-H-01	Verortungsplan Holzbaudetails	Fundamentplan
AP-H-02	Verortungsplan Holzbaudetails	Decke über EG
AP-H-03	Verortungsplan Holzbaudetails	Decke über OG

Positionspläne

GP-P-01	Fundamentplan
GP-P-02	Decke über EG
GP-P-03	Decke über OG

IV. Querschnittsänderungen

IV.1. Übersicht

Die LP4-Querschnitte wurden aufgrund der Lieferbarkeit der gewählten Querschnittsabmessungen und Materialiät teilweise verändert (s. Plan). Für den Fall, dass das Material von C24 auf GL24h geändert wurde, sowie bei Vergrößerungen des Querschnitts wird kein neuerlicher Nachweis geführt.

Pos.	LP4 Material	LP4 Querschnitt	LP5 Material	LP5 Querschnitt	Kommentar TWP
Balken EG					
B-E-50	GL24h	26/56	Keine Änderung		
B-E-51	GL24h	26/46	GL24h	26/44	Ohne Nachweis.
B-E-52	GL24h	22/28	Keine Änderung		
B-E-53	C24	18/22	GL24h	18/22	Ohne Nachweis.
B-E-54	GL24h	22/22	GL24h	20/22	Ohne Nachweis.
B-E-55	C24	16/16	Keine Änderung		
B-E-09	GL24h	22/56	Keine Änderung		
B-E-10	GL24h	22/32	GL24h	22/32	Ohne Nachweis.
B-E-12	GL24h	16/36	Keine Änderung		
B-E-13	GL24h	22/22	GL24h	22/24	Ohne Nachweis.
B-E-14	GL24h	22/22	GL24h	22/24	Ohne Nachweis.
B-E-15	C24	12/22	Keine Änderung		
B-E-16	GL24h	22/22	GL24h	22/24	Ohne Nachweis.
B-E-17	C24	22/32	GL24h	22/32	Ohne Nachweis.
B-20	C24	16/20	Keine Änderung		
Balken 1. OG					
B-1-01	GL24h	16/32	Keine Änderung		
B-1-02	GL24h	16/28	Keine Änderung		
B-1-03	GL24h	16/32	Keine Änderung		
B-1-04	GL24h	16/28	Keine Änderung		
B-1-05	GL24h	30/54	GL24h	28/92	Nachweis OK
B-1-06	C24	22/16	GL24h	22/20	Ohne Nachweis.
B-1-07	Gl24h	30/54	GL24h	28/52	Nachweis OK
B-1-08	GL24h	22/54	GL24h	22/52	Ohne Nachweis.
B-1-10	GL24h	22/42	GL24h	22/40	Nachweis OK
B-1-11	GL24h	22/22	GL24h	22/20	Ohne Nachweis.
B-1-14	GL24h	22/22	GL24h	22/24	Ohne Nachweis.
B-1-18	C24	12/12	Keine Änderung		

Pos.	LP4 Material	LP4 Querschnitt	LP5 Material	LP5 Querschnitt	Kommentar TWP
Stützen					
St-01	GL24h	22/26	GL24h	22/26 bzw. 22/24	Nachweis OK
St-02	GL24h	22/26	GL24h	22/26 bzw. 22/24	Nachweis OK
St-03	GL24h	22/26	Keine Änderung		
St-04	GL24h	22/22	GL24h	22/22 (in Wandecken und durchgängigen Wänden), sonst 22/20	Nachweis OK
St-05	GL24h	22/22	Keine Änderung		
St-06	C24/S10	22/16	GL24h	22/16	Ohne Nachweis.
St-07	C24/S10	22/16	GL24h	22/16	Ohne Nachweis.
St-08	C24	12/22	Keine Änderung		
St-09	C24	20/22	GL24h	20/22	Ohne Nachweis.
St-10	GL24h	30/40	GL24h	28/40	Ohne Nachweis.
St-11	C24	22/16	GL24h	22/22 (Ecken), sonst 22/16	Ohne Nachweis.
St-12	C24	16/22	GL24h	16/22	Ohne Nachweis.
St-13	C24	22/20	GL24h	22/22 (Ecke Freilager), sonst 22/20	Ohne Nachweis.
St-14	C24	22/16	GL24h	22/16	Ohne Nachweis.

Damit sind die folgenden Positionen nachzuweisen:

Stützen

-	**St-01**	GL24h, b/h = 22/24 cm	statt b/h = 22/26 cm
-	**St-02**	GL24h, b/h = 22/24 cm	statt b/h = 22/26 cm
-	**St-04**	GL24h, b/h = 22/24 cm	statt b/h = 22/26 cm

Balken 1.OG

-	**B-1-05**	GL24h, b/h = 28/92 cm	statt b/h = 30/54 cm (Berücksichtigung Mobile Trennwand)
-	**B-1-07**	GL24h, b/h = 28/52 cm	statt b/h = 30/54 cm
-	**B-1-10**	GL24h, b/h = 22/42 cm	statt b/h = 22/40 cm

IV.1.1. **St-01**

Position: St-01

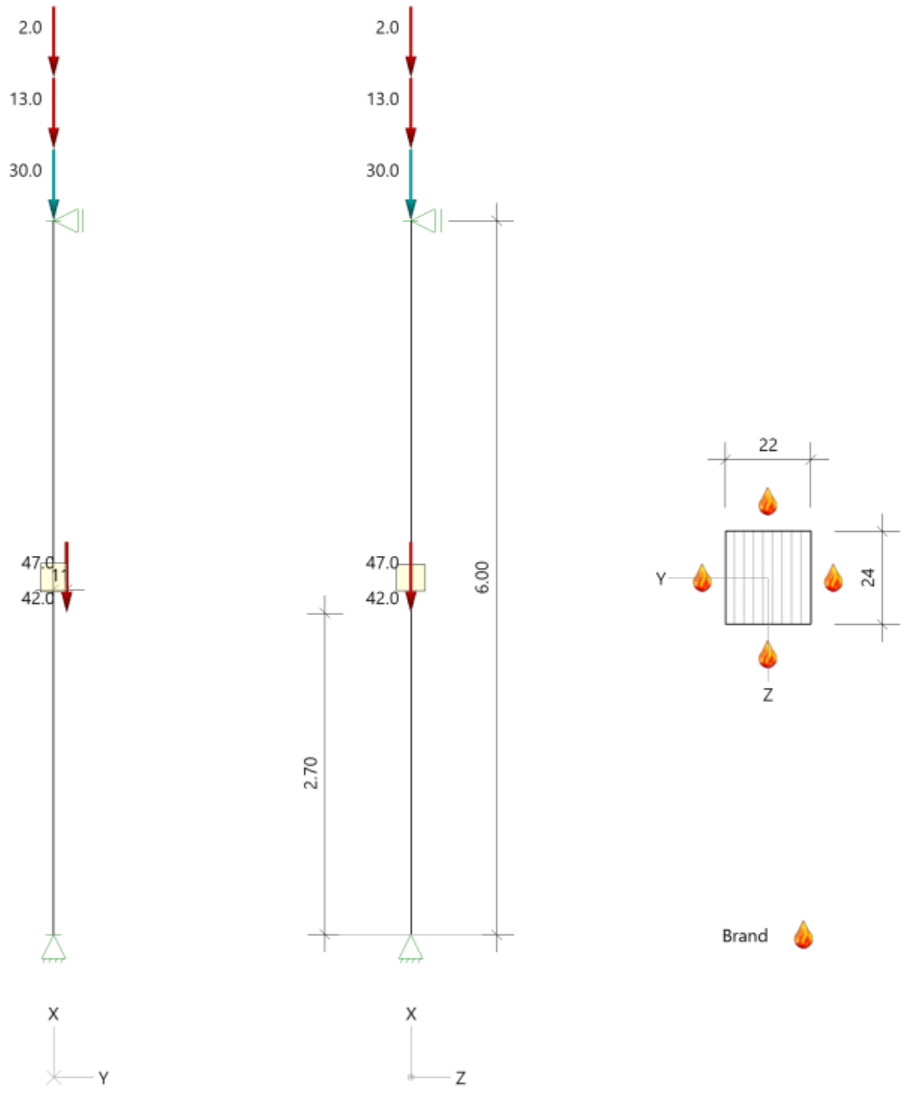
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=6.00m, b/h=22.0/24.0cm, GL24h, NKL 1, EN 14080:2013
Lamellen/Schichten parallel h(z)

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2, ez	L2, ey	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	1.3	6.00			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	30.0	6.00			1.00		
3	2 X	10	13.0	6.00			1.00		
4	2 X	9	2.0	6.00			1.00		
5	2 X	99	42.0	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
6	2 X	5	47.0	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
Exzentrizitäten ez, ey[cm]
EWG: 99=ständig; 5=Kat. E: Lagerflächen; 9=Windlasten; 10=Schnee H < 1000 m

Im Brandfall

Brandschutz

Feuerwiderstand	30 min
Brandbeanspruchung Seite	links, rechts, oben, unten

Abbrand

Abbrand Querschnitte Brettschichtholz

			Links	Rechts	Oben	Unten
Abbrandtiefe gesamt	d_{char}	[mm]	21.0	21.0	21.0	21.0
Abbrandrate(Durchschnitt)	β	[mm/min]	0.700	0.700	0.700	0.700

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen
Biegeknicken(S) s_k = Systemlängen
Biegedrillknicken(S) s_b = Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 7: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	$f_{...d}$ [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m b/h=22.0/24.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-169.5			-3.21	12.92	0.25
Mz	-6.30	$k_{m,z}$=1.00		3.25	14.22	0.23
N,M						**0.29**
Nachweis Stabilität x=2.70m b/h=22.0/24.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-169.5	$k_{c,y}$=0.48	$k_{c,z}$=0.41	-3.21	12.92	0.61
Mz	-6.30	$k_{crit,z}$=1.00		3.25	14.22	0.23
N,M						**0.84**
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=22.0/24.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Vy	-2.3	k_{cr}=0.71		-0.07	1.88	0.05
V,Mt						**0.05**

LK7: 1.35*G1+1.50*Q4
Lamellenrichtung || h
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=86.6 λ_z=94.5 $\lambda_{rel,c,y}$=1.38 $\lambda_{rel,c,z}$=1.50 $\lambda_{rel,m,y}$=0.39 $\lambda_{rel,m,z}$=0.34
Anteil N(g)/N(g+q) = 92%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 27: Tragfähigkeit, Brand

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m GV:b/h=17.8/19.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.89	$k_{mod,c}$=0.83	k_{fi}=1.15		
Nx	-31.7			-0.90	22.89	0.04
Mz	4.82	$k_{m,z}$=1.00		-4.61	27.12	0.17
N,M						**0.17**
Nachweis Stabilität x=2.70m GV:b/h=17.8/19.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.89	$k_{mod,c}$=0.83	k_{fi}=1.15		
Nx	-111.3	$k_{c,y}$=0.37	$k_{c,z}$=0.31	-3.16	22.89	0.45
Mz	-3.94	$k_{crit,z}$=1.00		3.77	27.12	0.14
N,M						**0.59**
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m VV:b/h=16.4/18.4cm						
		$k_{mod,V}$=1.00	k_{fi}=1.15			
Vy	-1.5	k_{cr}=0.71		-0.07	4.03	0.03
V,Mt						**0.03**

LK27: 1.00*G1+0.20*W3+0.80*Q4
Lamellenrichtung || h
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=105.0 λ_z=116.8 $\lambda_{rel,c,y}$=1.57 $\lambda_{rel,c,z}$=1.75 $\lambda_{rel,m,y}$=0.42 $\lambda_{rel,m,z}$=0.36
Anteil N(g)/N(g+q) = 93%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
GV=genaues Verfahren; VV=Vereinfachtes Verfahren
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3 + EN 1995-1-2 Tab.2.2

Maßgebende Verformungen

LK	Gz	Situation	Nachweis	x [m]	L [m]	w [cm]	w_{lim} [h/]	w_{lim} [cm]	η
Richtung Y									
13	SLS	selten/charakteris.	FE, inst	4.35	6.00	0.2	300	2.0	0.10
25	SLS	quasiständig	FE, netfin	4.35	6.00	0.3	300	2.0	**0.15**
13	SLS	selten/charakteris.	FE, fin	4.35	6.00	0.3	200	3.0	0.11
1	STR	ständig/vorübergeh.	FE, fin	4.35	6.00	0.6			

Gz(Grenzzustand): SLS(Gebrauchstauglichkeit) STR(Tragfähigkeit)
Nachweis(System): FE(Feld)
inst: Elastisch; fin: Elastisch mit kriechen
Unberücksichtigte Kombinationen: Brand

IV.1.2. **St-02**

Position: St-02

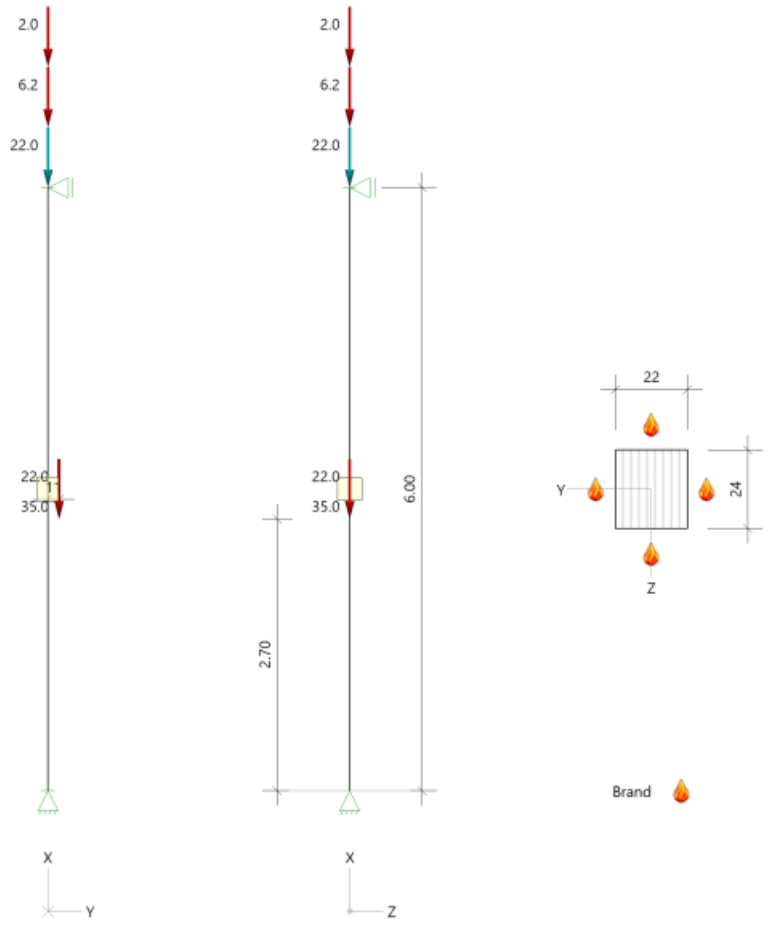
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=6.00m, b/h=22.0/24.0cm, GL24h, NKL 1, EN 14080:2013
Lamellen/Schichten parallel h(z)

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2, ez	L2, ey	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	1.3	6.00			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	22.0	6.00			1.00		
3	2 X	10	6.2	6.00			1.00		
4	2 X	9	2.0	6.00			1.00		
5	2 X	99	35.0	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
6	2 X	5	22.0	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
Exzentrizitäten ez, ey[cm]
EWG: 99=ständig; 5=Kat. E: Lagerflächen; 9=Windlasten; 10=Schnee H < 1000 m

Im Brandfall

Brandschutz

Feuerwiderstand	30 min
Brandbeanspruchung Seite	links, rechts, oben, unten

Abbrand

Abbrand Querschnitte Brettschichtholz

			Links	Rechts	Oben	Unten
Abbrandtiefe gesamt	d_{char}	[mm]	21.0	21.0	21.0	21.0
Abbrandrate(Durchschnitt)	β	[mm/min]	0.700	0.700	0.700	0.700

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen
Biegeknicken(S) s_k = Systemlängen
Biegedrillknicken(S) s_b = Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 7: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	$f_{...d}$ [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m b/h=22.0/24.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-31.5			-0.60	12.92	0.05
Mz	4.86	$k_{m,z}$=1.00		-2.51	14.22	0.18
N,M						**0.18**
Nachweis Stabilität x=2.70m b/h=22.0/24.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-111.7	$k_{c,y}$=0.48	$k_{c,z}$=0.41	-2.12	12.92	0.40
Mz	-3.97	$k_{crit,z}$=1.00		2.05	14.22	0.14
N,M						**0.55**
Nachweis Schub und Torsion x=2.70m b/h=22.0/24.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Vy	-1.5	k_{cr}=0.71		-0.04	1.88	0.03
V,Mt						**0.03**

LK7: 1.35*G1+1.50*Q4
Lamellenrichtung || h
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=86.6 λ_z=94.5 $\lambda_{rel,c,y}$=1.38 $\lambda_{rel,c,z}$=1.50 $\lambda_{rel,m,y}$=0.39 $\lambda_{rel,m,z}$=0.34
Anteil N(g)/N(g+q) = 94%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 27: Tragfähigkeit, Brand

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m GV:b/h=17.8/19.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.89	$k_{mod,c}$=0.83	k_{fi}=1.15		
Nx	-23.7			-0.67	22.89	0.03
Mz	3.18	$k_{m,z}$=1.00		-3.04	27.12	0.11
N,M						**0.11**
Nachweis Stabilität x=2.70m GV:b/h=17.8/19.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.89	$k_{mod,c}$=0.83	k_{fi}=1.15		
Nx	-76.3	$k_{c,y}$=0.37	$k_{c,z}$=0.31	-2.17	22.89	0.31
Mz	-2.60	$k_{crit,z}$=1.00		2.49	27.12	0.09
N,M						**0.40**
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m VV:b/h=16.4/18.4cm						
		$k_{mod,V}$=1.00	k_{fi}=1.15			
Vy	-1.0	k_{cr}=0.71		-0.05	4.03	0.02
V,Mt						**0.02**

LK27: 1.00*G1+0.20*W3+0.80*Q4
Lamellenrichtung || h
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=105.0 λ_z=116.8 $\lambda_{rel,c,y}$=1.57 $\lambda_{rel,c,z}$=1.75 $\lambda_{rel,m,y}$=0.42 $\lambda_{rel,m,z}$=0.36
Anteil N(g)/N(g+q) = 95%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
GV=genaues Verfahren; VV=Vereinfachtes Verfahren
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3 + EN 1995-1-2 Tab.2.2

Maßgebende Verformungen

LK	Gz	Situation	Nachweis	x [m]	L [m]	w [cm]	w_{lim} [h/]	w_{lim} [cm]	η
Richtung Y									
13	SLS	selten/charakteris.	FE, inst	4.35	6.00	0.1	300	2.0	0.07
25	SLS	quasiständig	FE, netfin	4.35	6.00	0.2	300	2.0	**0.10**
13	SLS	selten/charakteris.	FE, fin	4.35	6.00	0.2	200	3.0	0.07
1	STR	ständig/vorübergeh.	FE, fin	4.35	6.00	0.4			

Gz(Grenzzustand): SLS(Gebrauchstauglichkeit) STR(Tragfähigkeit)
Nachweis(System): FE(Feld)
inst: Elastisch; fin: Elastisch mit kriechen
Unberücksichtigte Kombinationen: Brand

IV.1.3. **St-03**

Position: St-03

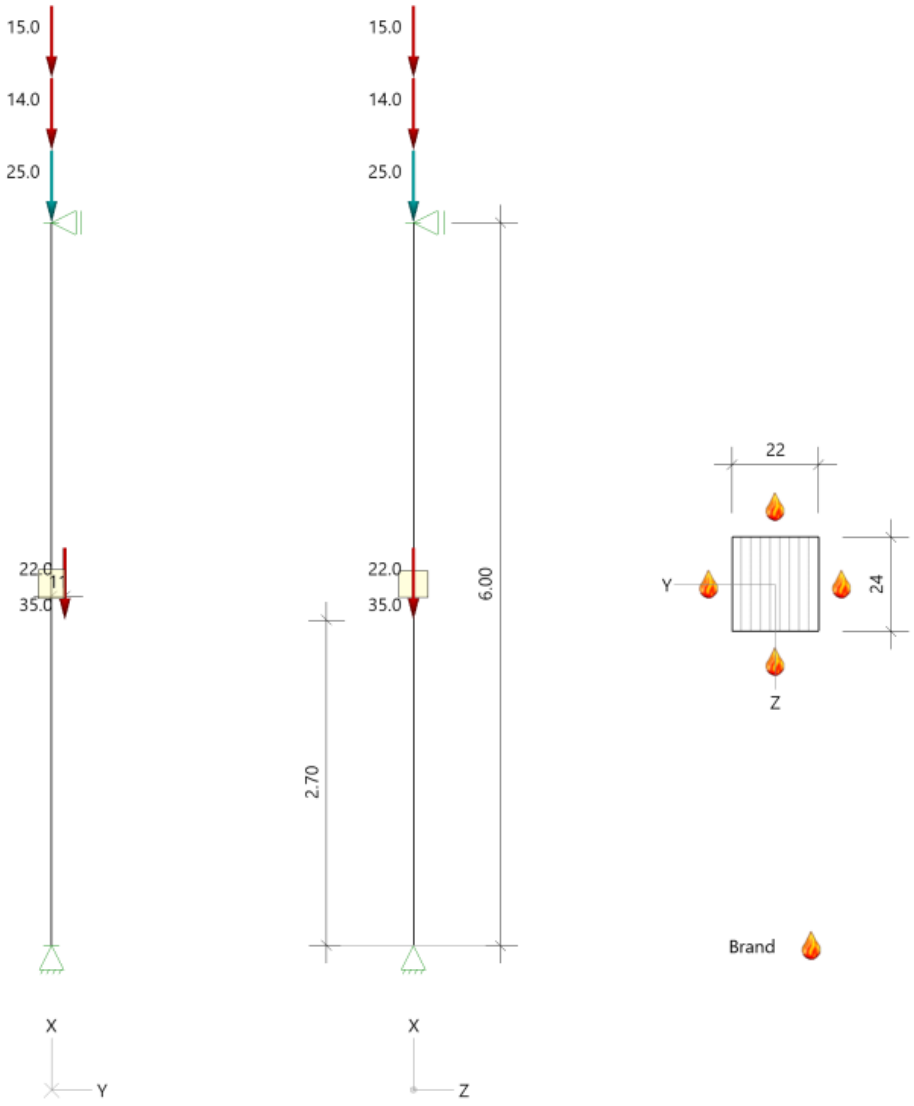
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=6.00m, b/h=22.0/24.0cm, GL24h, NKL 2, EN 14080:2013
Lamellen/Schichten parallel h(z)

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2, ez	L2, ey	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	1.3	6.00			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	25.0	6.00			1.00		
3	2 X	10	14.0	6.00			1.00		
4	2 X	9	15.0	6.00			1.00		
5	2 X	99	35.0	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
6	2 X	5	22.0	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
Exzentrizitäten ez, ey[cm]
EWG: 99=ständig; 5=Kat. E: Lagerflächen; 9=Windlasten; 10=Schnee H < 1000 m

Im Brandfall

Brandschutz

Feuerwiderstand	30 min
Brandbeanspruchung Seite	links, rechts, oben, unten

Abbrand

Abbrand Querschnitte Brettschichtholz

			Links	Rechts	Oben	Unten
Abbrandtiefe gesamt	d_{char}	[mm]	21.0	21.0	21.0	21.0
Abbrandrate(Durchschnitt)	β	[mm/min]	0.700	0.700	0.700	0.700

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen
Biegeknicken(S) s_k = Systemlängen
Biegedrillknicken(S) s_b = Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 7: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	$f_{...d}$ [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m b/h=22.0/24.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-35.5			-0.67	12.92	0.05
Mz	4.86	$k_{m,z}$=1.00		-2.51	14.22	0.18
N,M						**0.18**
Nachweis Stabilität x=2.70m b/h=22.0/24.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-115.8	$k_{c,y}$=0.28	$k_{c,z}$=0.23	-2.19	12.92	0.73
Mz	-3.97	$k_{crit,z}$=1.00		2.05	14.22	0.14
N,M						**0.87**
Nachweis Schub und Torsion x=2.70m b/h=22.0/24.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Vy	-1.5	k_{cr}=0.71		-0.04	1.88	0.03
V,Mt						**0.03**

LK7: 1.35*G1+1.50*Q4
Lamellenrichtung || h
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=86.6 λ_z=94.5 $\lambda_{rel,c,y}$=1.85 $\lambda_{rel,c,z}$=2.02 $\lambda_{rel,m,y}$=0.52 $\lambda_{rel,m,z}$=0.46
Anteil N(g)/N(g+q) = 94%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.80
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 27: Tragfähigkeit, Brand

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m GV:b/h=17.8/19.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.89	$k_{mod,c}$=0.83	k_{fi}=1.15		
Nx	-29.3			-0.83	22.89	0.04
Mz	3.18	$k_{m,z}$=1.00		-3.04	27.12	0.11
N,M						**0.11**
Nachweis Stabilität x=2.70m GV:b/h=17.8/19.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.89	$k_{mod,c}$=0.83	k_{fi}=1.15		
Nx	-81.9	$k_{c,y}$=0.21	$k_{c,z}$=0.17	-2.32	22.89	0.58
Mz	-2.60	$k_{crit,z}$=1.00		2.49	27.12	0.09
N,M						**0.68**
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m VV:b/h=16.4/18.4cm						
		$k_{mod,V}$=1.00	k_{fi}=1.15			
Vy	-1.0	k_{cr}=0.71		-0.05	4.03	0.02
V,Mt						**0.02**

LK27: 1.00*G1+0.20*W3+0.80*Q4
Lamellenrichtung || h
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=105.0 λ_z=116.8 $\lambda_{rel,c,y}$=2.11 $\lambda_{rel,c,z}$=2.35 $\lambda_{rel,m,y}$=0.57 $\lambda_{rel,m,z}$=0.49
Anteil N(g)/N(g+q) = 92%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.80
GV=genaues Verfahren; VV=Vereinfachtes Verfahren
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3 + EN 1995-1-2 Tab.2.2

Maßgebende Verformungen

LK	Gz	Situation	Nachweis	x [m]	L [m]	w [cm]	wlim [h/]	wlim [cm]	η
Richtung Y									
13	SLS	selten/charakteris.	FE, inst	4.35	6.00	0.1	300	2.0	0.07
25	SLS	quasiständig	FE, netfin	4.35	6.00	0.2	300	2.0	**0.11**
13	SLS	selten/charakteris.	FE, fin	4.35	6.00	0.2	200	3.0	0.08
1	STR	ständig/vorübergeh.	FE, fin	4.35	6.00	0.4			

Gz(Grenzzustand): SLS(Gebrauchstauglichkeit) STR(Tragfähigkeit)
Nachweis(System): FE(Feld)
inst: Elastisch; fin: Elastisch mit kriechen
Unberücksichtigte Kombinationen: Brand

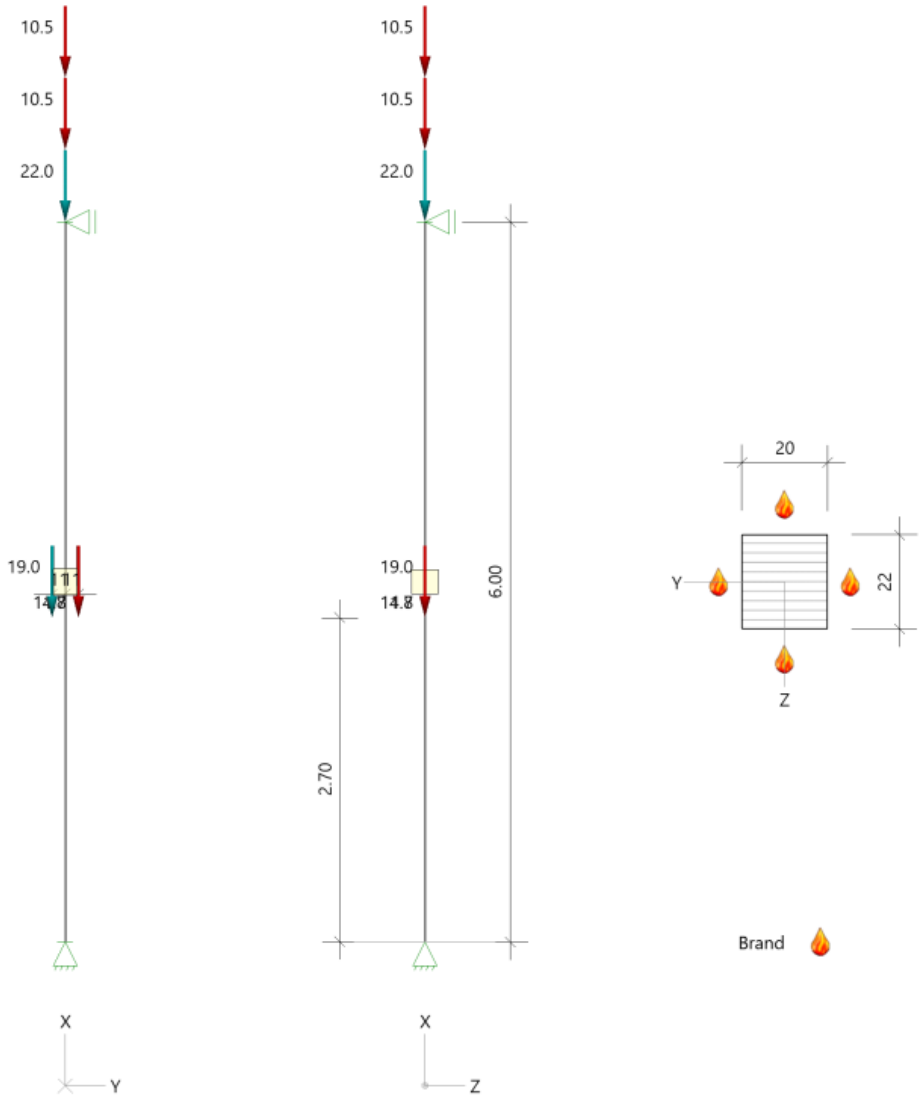
IV.1.4. **St-04**

System

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



System

Pendelstütze, H=6.00m, b/h=20.0/22.0cm, GL24h, NKL 1, EN 14080:2013
Lamellen/Schichten parallel b(y)

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2, ez	L2, ey	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	1.1	6.00			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	22.0	6.00			1.00		
3	2 X	10	10.5	6.00			1.00		
4	2 X	9	10.5	6.00			1.00		
5	2 X	99	14.7	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
6	2 X	5	11.8	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
7	2 X	99	19.0	2.70	e= 0.0	e= -11.0	1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
Exzentrizitäten ez, ey[cm]
EWG: 99=ständig; 5=Kat. E: Lagerflächen; 9=Windlasten; 10=Schnee H < 1000 m

Im Brandfall

Brandschutz

Feuerwiderstand	30 min
Brandbeanspruchung Seite	links, rechts, oben, unten

Abbrand

Abbrand Querschnitte Brettschichtholz

			Links	Rechts	Oben	Unten
Abbrandtiefe gesamt	d_{char}	[mm]	21.0	21.0	21.0	21.0
Abbrandrate(Durchschnitt)	β	[mm/min]	0.700	0.700	0.700	0.700

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen
Biegeknicken(S) s_k = Systemlängen
Biegedrillknicken(S) s_b = Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 7: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	$f_{...d}$ [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m b/h=20.0/22.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-94.4			-2.15	12.92	0.17
Mz	-0.59	$k_{m,z}$=1.00		0.40	15.51	0.03
N,M						**0.17**
Nachweis Stabilität x=2.70m b/h=20.0/22.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-94.4	$k_{c,y}$=0.41	$k_{c,z}$=0.34	-2.15	12.92	0.49
Mz	-0.59	$k_{crit,z}$=1.00		0.40	15.51	0.03
N,M						**0.51**
Nachweis Schub und Torsion x=2.70m b/h=20.0/22.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Vy	-0.2	k_{cr}=0.71		-0.01	1.88	0.01
V,Mt						**0.01**

LK7: 1.35*G1+1.50*Q4
Lamellenrichtung || b
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=94.5 λ_z=103.9 $\lambda_{rel,c,y}$=1.50 $\lambda_{rel,c,z}$=1.65 $\lambda_{rel,m,y}$=0.39 $\lambda_{rel,m,z}$=0.37
Anteil N(g)/N(g+q) = 96%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 27: Tragfähigkeit, Brand

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m GV:b/h=15.8/17.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.88	$k_{mod,c}$=0.81	k_{fi}=1.15		
Nx	-68.3			-2.43	22.32	0.11
Mz	-0.25	$k_{m,z}$=1.00		0.34	29.16	0.01
N,M						**0.11**
Nachweis Stabilität x=2.70m GV:b/h=15.8/17.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.88	$k_{mod,c}$=0.81	k_{fi}=1.15		
Nx	-68.3	$k_{c,y}$=0.31	$k_{c,z}$=0.25	-2.43	22.32	0.44
Mz	-0.25	$k_{crit,z}$=1.00		0.34	29.16	0.01
N,M						**0.45**

LK27: 1.00*G1+0.20*W3+0.80*Q4
Lamellenrichtung || b
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=116.8 λ_z=131.5 $\lambda_{rel,c,y}$=1.74 $\lambda_{rel,c,z}$=1.96 $\lambda_{rel,m,y}$=0.43 $\lambda_{rel,m,z}$=0.40
Anteil N(g)/N(g+q) = 94%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
GV=genaues Verfahren; VV=Vereinfachtes Verfahren
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3 + EN 1995-1-2 Tab.2.2

Maßgebende Verformungen

LK	Gz	Situation	Nachweis	x [m]	L [m]	w [cm]	w_{lim} [h/]	w_{lim} [cm]	η
Richtung Y									
13	SLS	selten/charakteris.	FE, inst	4.35	6.00	0.03	300	2.0	0.01
25	SLS	quasiständig	FE, netfin	4.35	6.00	0.03	300	2.0	**0.01**
13	SLS	selten/charakteris.	FE, fin	4.35	6.00	0.04	200	3.0	0.01
1	STR	ständig/vorübergeh.	FE, fin	4.35	6.00	0.1			

Gz(Grenzzustand): SLS(Gebrauchstauglichkeit) STR(Tragfähigkeit)
Nachweis(System): FE(Feld)
inst: Elastisch; fin: Elastisch mit kriechen
Unberücksichtigte Kombinationen: Brand

IV.1.5. **St-05**

Position: St-05

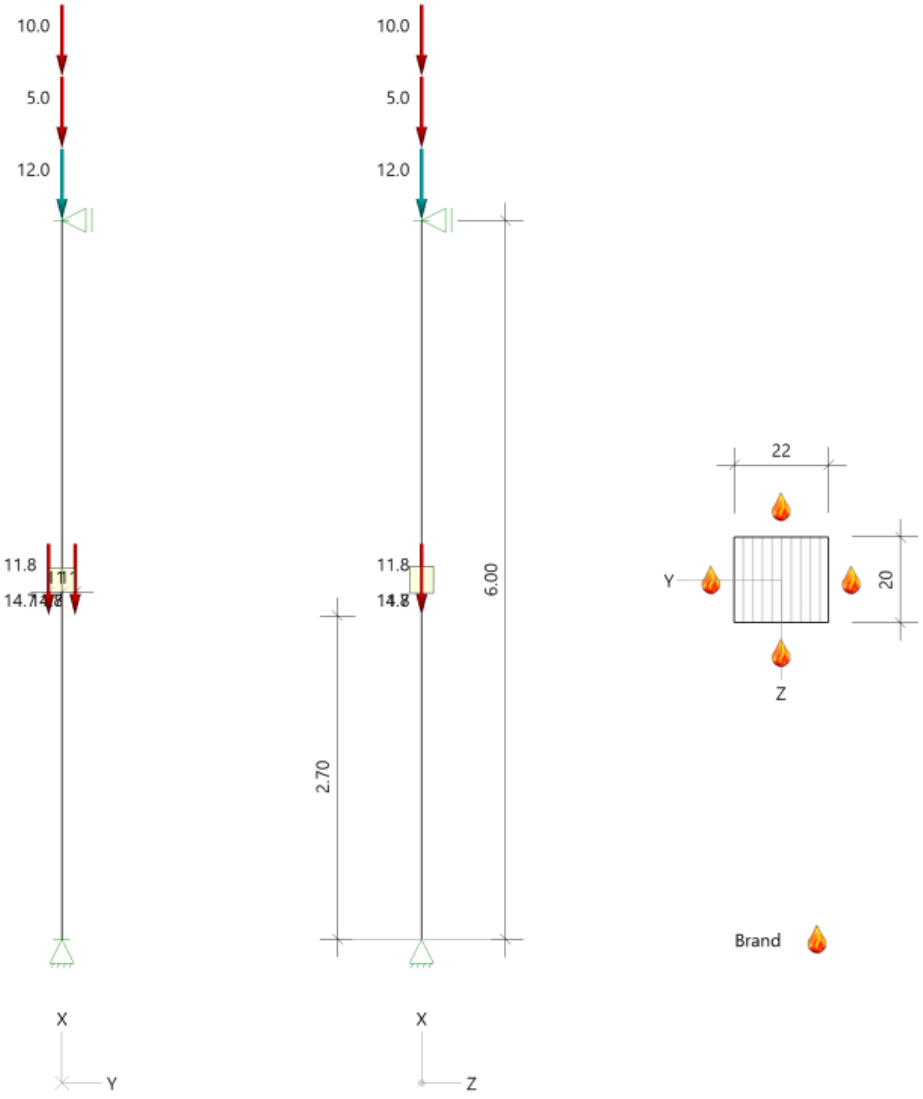
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=6.00m, b/h=22.0/20.0cm, GL24h, NKL 2, EN 14080:2013
Lamellen/Schichten parallel h(z)

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2, ez	L2, ey	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	1.1	6.00			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	12.0	6.00			1.00		
3	2 X	10	5.0	6.00			1.00		
4	2 X	9	10.0	6.00			1.00		
5	2 X	99	14.7	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
6	2 X	5	11.8	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
7	2 X	99	14.7	2.70	e= 0.0	e= -11.0	1.00		
8	2 X	5	11.8	2.70	e= 0.0	e= -11.0	1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
Exzentrizitäten ez, ey[cm]
EWG: 99=ständig; 5=Kat. E: Lagerflächen; 9=Windlasten; 10=Schnee H < 1000 m

Im Brandfall

Brandschutz

Feuerwiderstand	30 min
Brandbeanspruchung Seite	links, rechts, oben, unten

Abbrand

Abbrand Querschnitte Brettschichtholz

			Links	Rechts	Oben	Unten
Abbrandtiefe gesamt	d_{char}	[mm]	21.0	21.0	21.0	21.0
Abbrandrate(Durchschnitt)	β	[mm/min]	0.700	0.700	0.700	0.700

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen
Biegeknicken(S) s_k = Systemlängen
Biegedrillknicken(S) s_b = Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 7: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	$f_{...d}$ [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m b/h=22.0/20.0cm						
Nx	-92.8	K_{mod}=0.70	γ_M=1.30	-2.11	12.92	0.16
N,M						**0.16**
Nachweis Stabilität x=2.70m b/h=22.0/20.0cm						
Nx	-92.8	K_{mod}=0.70	γ_M=1.30	-2.11	12.92	0.84
N,M		$k_{c,y}$=0.19	$k_{c,z}$=0.23			**0.84**

LK7: 1.35*G1+1.50*Q4+1.50*Q5
Lamellenrichtung || h
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=103.9 λ_z=94.5 $\lambda_{rel,c,y}$=2.22 $\lambda_{rel,c,z}$=2.02 $\lambda_{rel,m,y}$=0.50 $\lambda_{rel,m,z}$=0.52
Anteil N(g)/N(g+q) = 92%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.80
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 14: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=22.0/20.0cm						
Vy	0.3	K_{mod}=0.70	γ_M=1.30	0.01	1.88	0.01
V,Mt		k_{cr}=0.71				**0.01**
LK14: 1.35*G1+1.50*Q5 Lamellenrichtung || h Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3						

LK 57: Tragfähigkeit, Brand

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m GV:b/h=17.8/15.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.88	$k_{mod,c}$=0.81	k_{fi}=1.15		
Nx	-63.4			-2.25	22.32	0.10
N,M						**0.10**
Nachweis Stabilität x=2.70m GV:b/h=17.8/15.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.88	$k_{mod,c}$=0.81	k_{fi}=1.15		
Nx	-63.4	$k_{c,y}$=0.14	$k_{c,z}$=0.18	-2.25	22.32	0.72
N,M						**0.72**
LK57: 1.00*G1+0.20*W3+0.80*Q4+0.80*Q5 Lamellenrichtung || h Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m Schlankheit: λ_y=131.5 λ_z=116.8 $\lambda_{rel,c,y}$=2.62 $\lambda_{rel,c,z}$=2.33 $\lambda_{rel,m,y}$=0.53 $\lambda_{rel,m,z}$=0.58 Anteil N(g)/N(g+q) = 91%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.80 GV=genaues Verfahren; VV=Vereinfachtes Verfahren Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3 + EN 1995-1-2 Tab.2.2						

Maßgebende Verformungen

LK	Gz	Situation	Nachweis	x [m]	L [m]	w [cm]	w_{lim} [h/]	w_{lim} [cm]	η
Richtung Y									
34	SLS	selten/charakteris.	FE, inst	4.35	6.00	-0.03	300	2.0	0.02
54	SLS	quasiständig	FE, netfin	4.35	6.00	-0.05	300	2.0	**0.02**
34	SLS	selten/charakteris.	FE, fin	4.35	6.00	-0.1	200	3.0	0.02
8	STR	ständig/vorübergeh.	FE, fin	4.35	6.00	-0.1			
Gz(Grenzzustand): SLS(Gebrauchstauglichkeit) STR(Tragfähigkeit) Nachweis(System): FE(Feld) inst: Elastisch; fin: Elastisch mit kriechen Unberücksichtigte Kombinationen: Brand									

IV.1.6. **St-10**

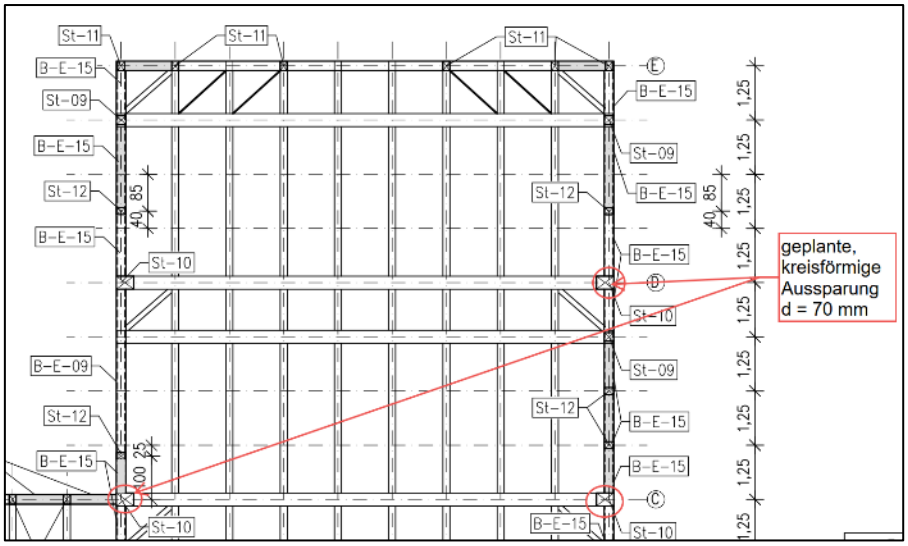
St-10	GL24h, b/h = 28/40 cm, eingespannt

Vorbemerkung

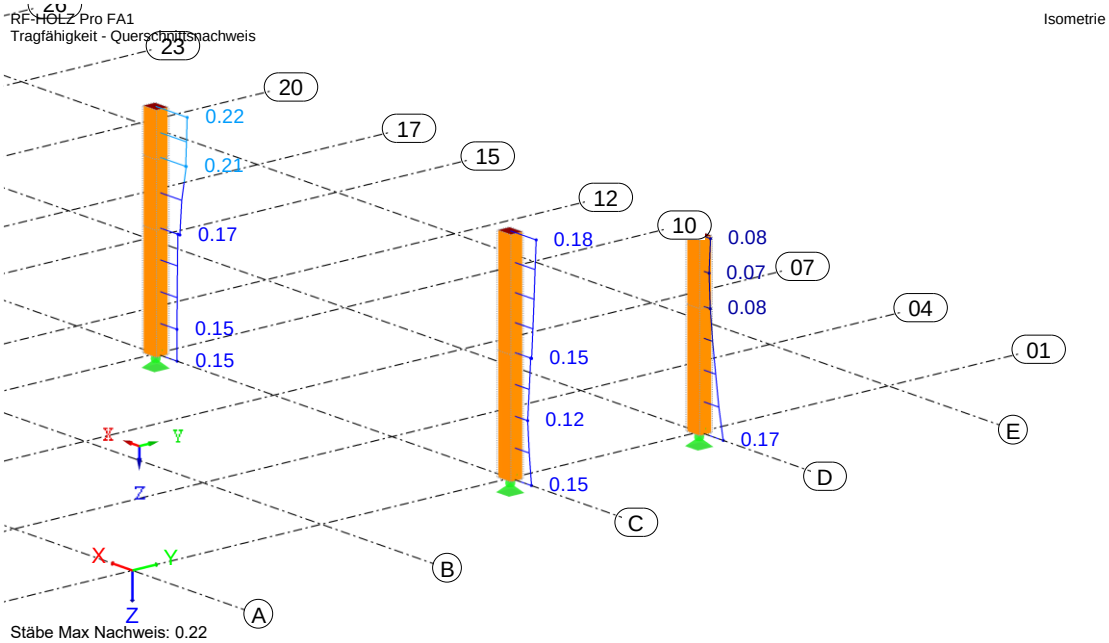
In RFEM-Modell nachgewiesen.

Durchbruchsprüfung

Geplante Leitung inkl. Isolierung mit Ø 70 mm soll seitlich durch Stütze geführt werden.
Anordnung der Öffnung mittig mit Bezug auf die Querschnittshöhe (mind. 60 cm ü. OK FFB) und außerhalb der Verbindungsbereiche im unteren Drittel der Stütze unbedenklich.
Verhältnis Durchmesser Öffnung zu Querschnittshöhe 40 cm → 7 cm/40 cm = 1/5,7

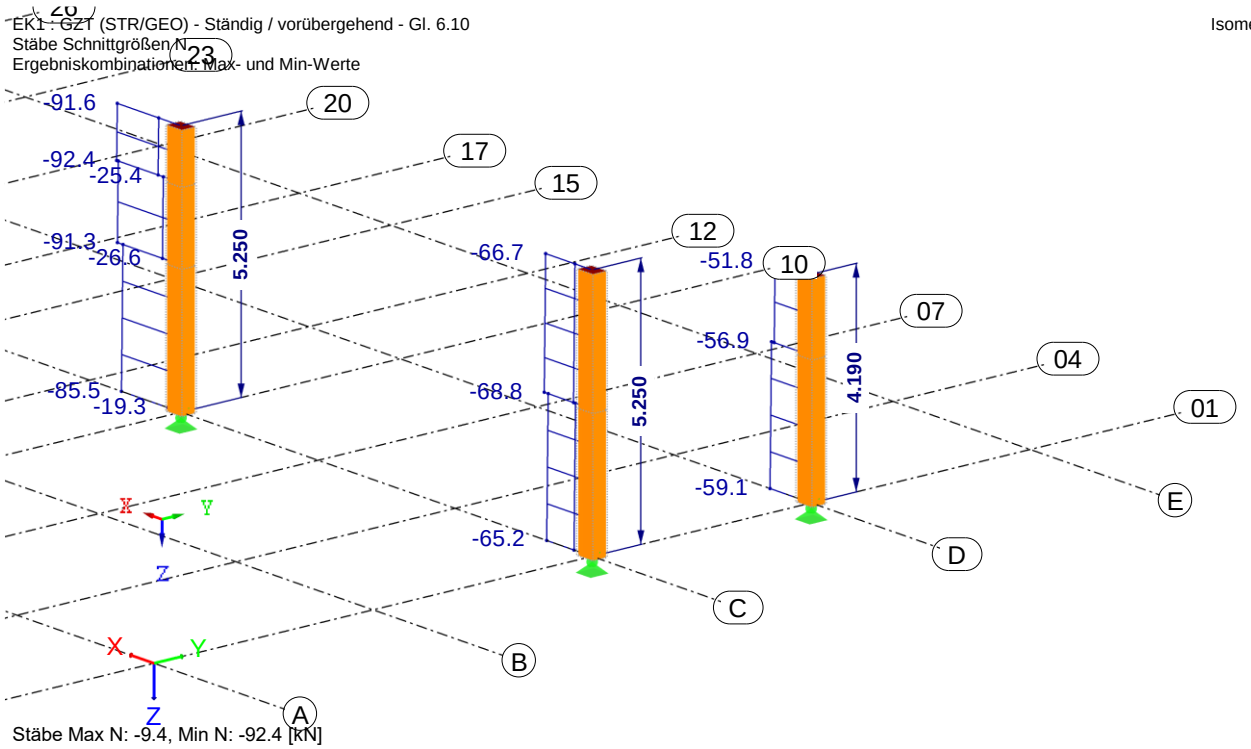


Ausnutzung der betroffenen Stützen dient als Orientierung.



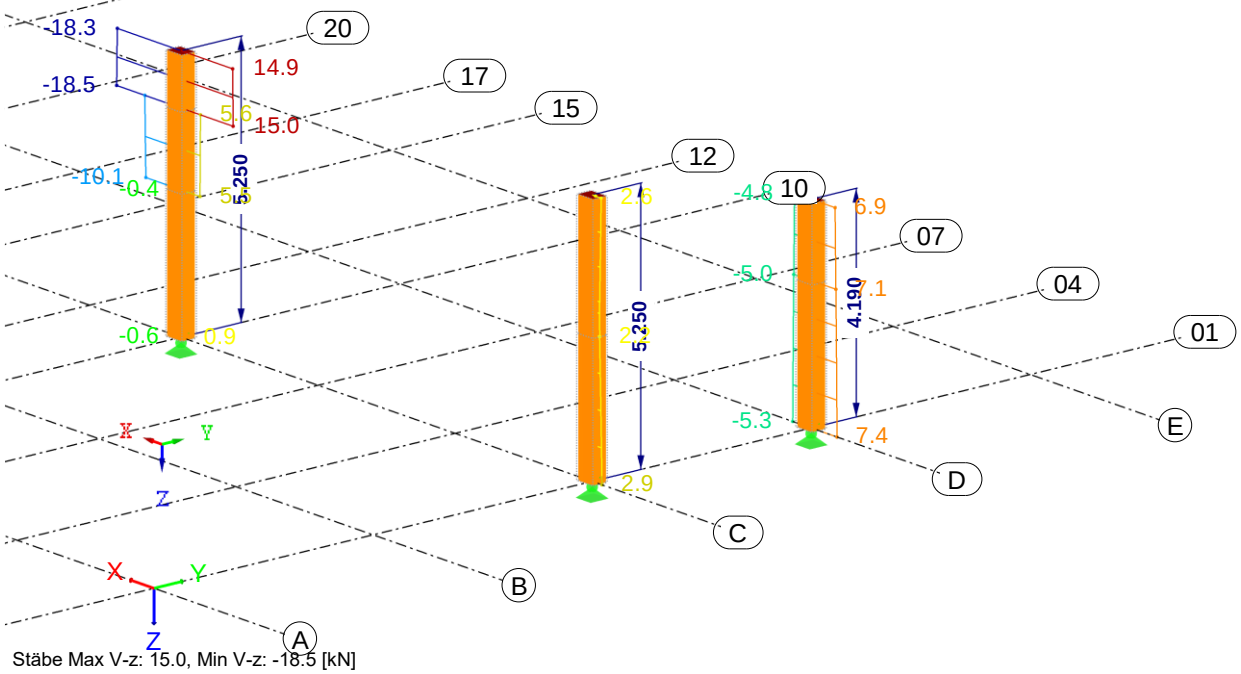
Lasten

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10 Isometrie
Stäbe Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Stäbe Max N: -9.4, Min N: -92.4 [kN]

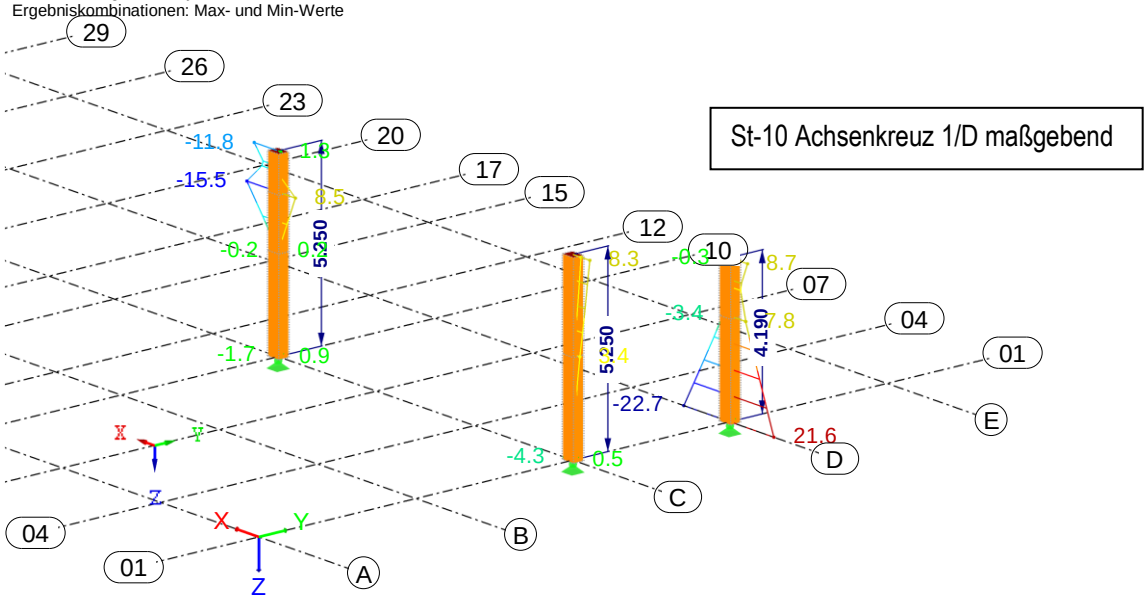
EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10 Isometrie
Stäbe Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Stäbe Max V-z: 15.0, Min V-z: -18.5 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Stäbe Max M-y: 21.6, Min M-y: -22.7 [kNm]

IV.1.7. **St-16**

C24, b/h = 10/14 cm
Querschnittshöhe erhöht von 10 auf 14 cm zum Ausgleich an die Wandbreite. Kein neuerlicher Nachweis erforderlich.

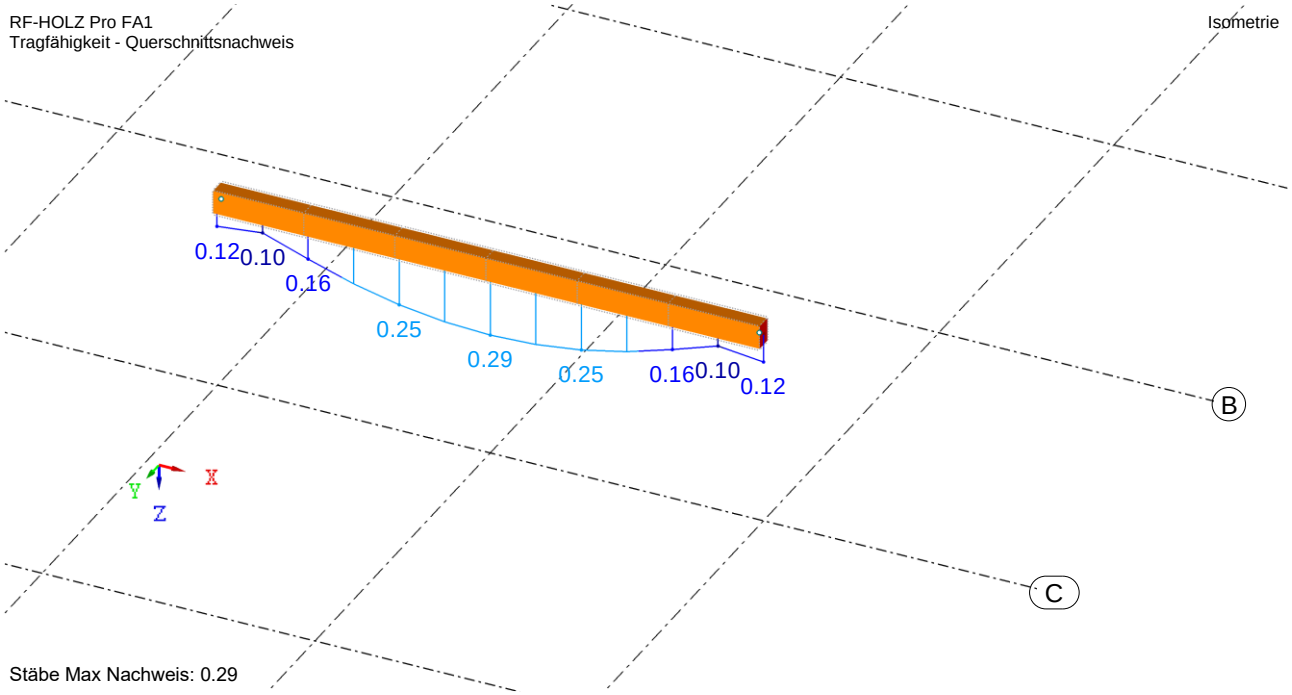
IV.1.8. **B-E-17**

Träger Tor Freilager

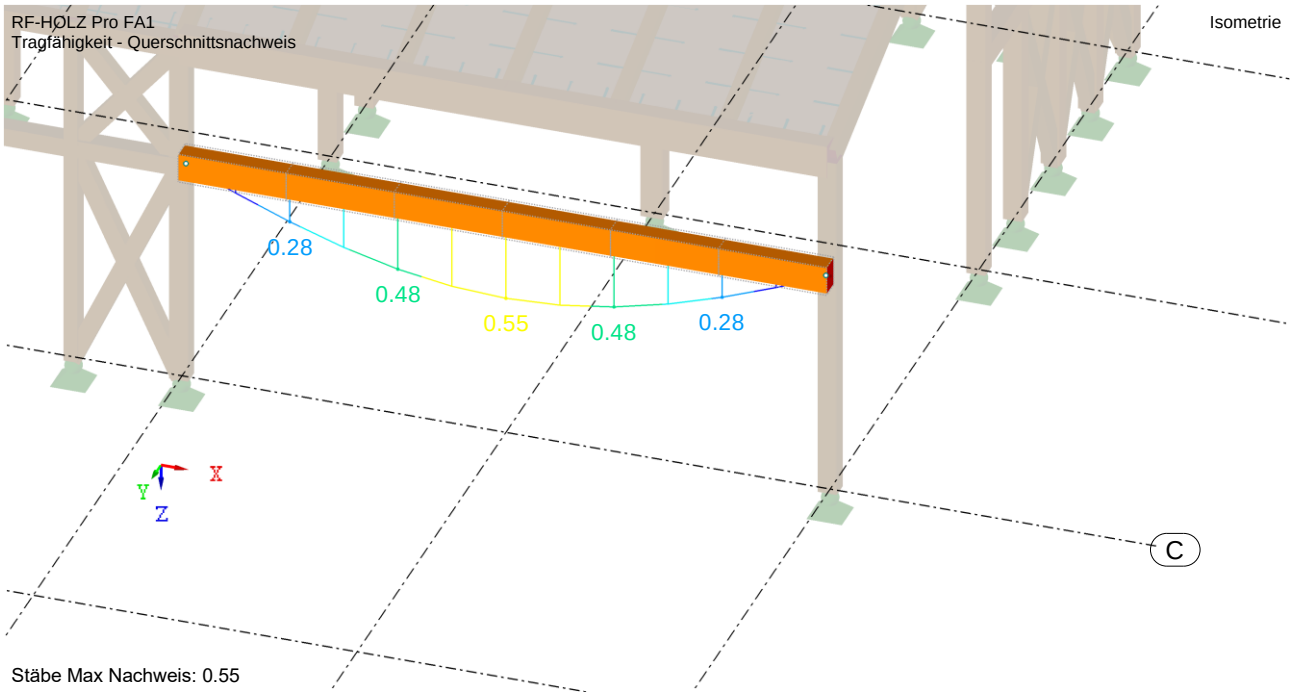
- GL24h b/h = 22/32 cm → Nachweis am Gesamtmodell in RFEM: OK.
- Spannweite L = 7,5 m
- Höhe des Tors: ca. 2,7 m
- Gelenkiger Anschluss an Stützen St-13 in Achse 23 und 29

Es gilt zusätzlich zu prüfen, ob das Tor an den Träger gehangen werden kann.

Tragfähigkeit

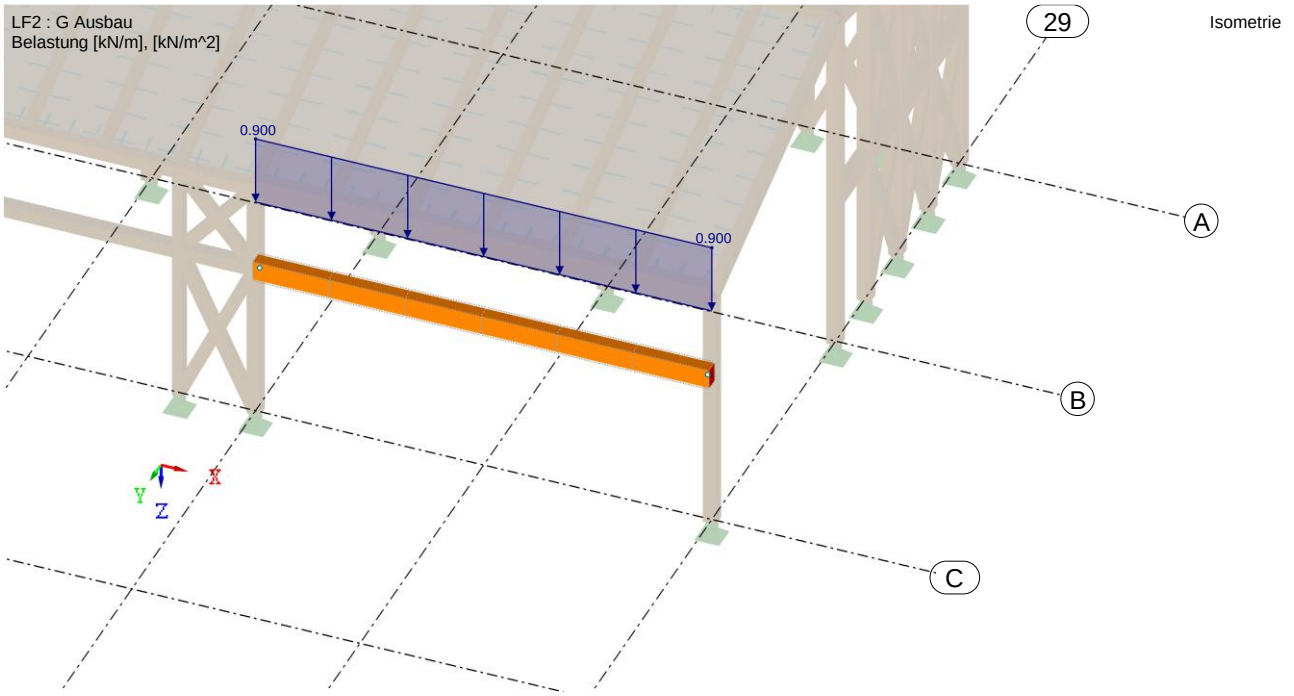


Gebrauchstauglichkeit



Stäbe Max Nachweis: 0.55

Kontrolle Ausbau (Szenario ‚Tor wird abgehangen'):



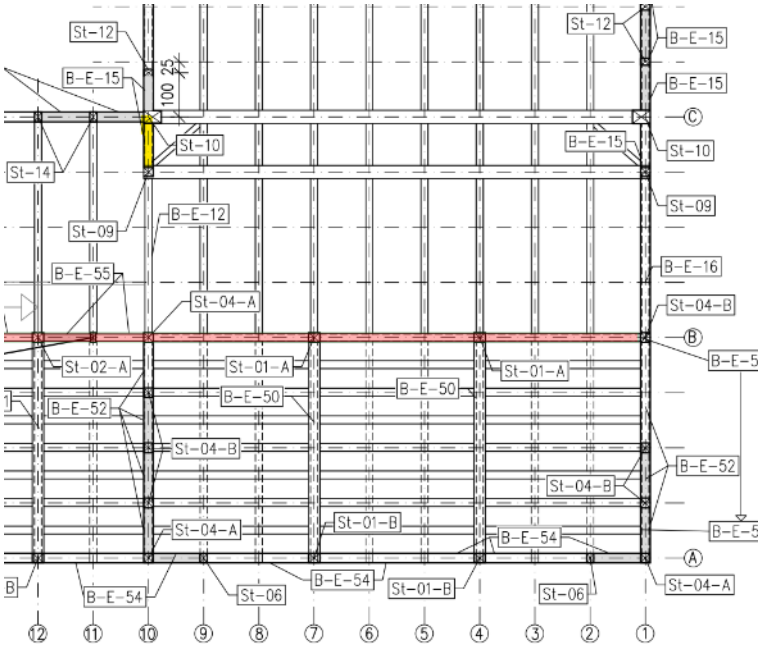
IV.1.9. **B-E-15-A und B-E-15-B**

Materialität	C24
B-E-15-A	
Geometrie	b/h = 22/12
B-E-15-B	
Geometrie	b/h = 16/12

An der **gelb** markierten Stelle soll die Breite des Balkens B-E-15 an die des Balkens B-E-12 angepasst werden.

B-E-12	Abfangträger n.t. IW	GL24h	b/h = 16/36 cm
B-E-15	Mittelbalken Achse 10	C24	b/h = 22/12 cm

b_{vorh} (B-E-15) = 22 cm → Reduktion der QS-Breite um ca. 27% auf b_{neu} (B-E-15-B) = 16 cm.



Betrachtung der bisherigen Ausnutzung:
GZT: μ = 18%
GZG: μ = n.a.

Querschnittsbreite kann ohne weiteren Nachweis reduziert werden (an der **gelb** markierten Stelle!).

IV.1.10. **B-1-05-A, B-1-07, B-1-08**

Vorbemerkung

B-1-05-A (Kehle), B-1-07 (First), B-1-08 (Rähm Achse E) werden hier nachgewiesen, B-1-05-B s. VIII.3.

Grundlagen B-1-05-A / B-1-07

Material GL24h
Querschnitt b/h = 28/5**2** cm

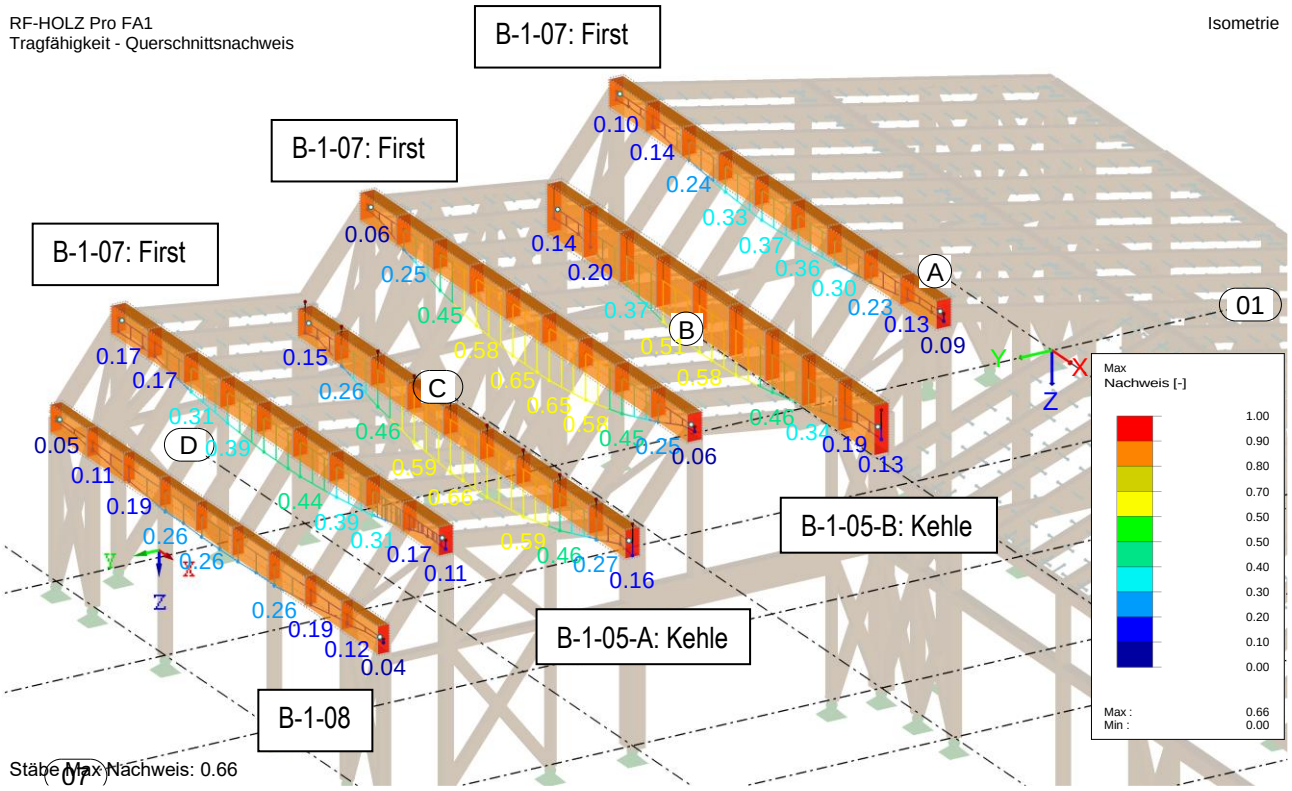
Grundlagen B-1-08

Material GL24h
Querschnitt b/h = 22/5**2** cm

Nachweis

Erfolgt in RFEM-Modell.

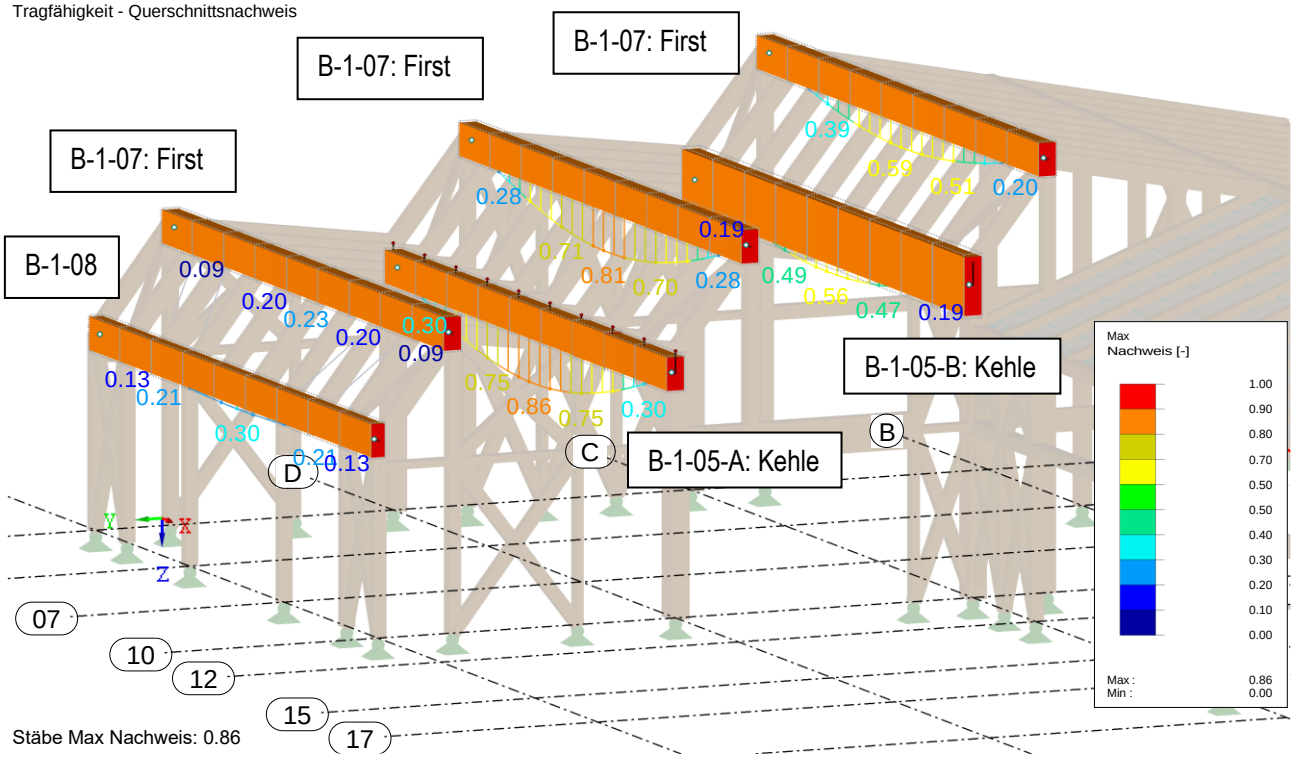
Tragfähigkeit – GZT



Gebrauchstauglichkeit – GZG

RF-HOLZ Pro FA1
Tragfähigkeit - Querschnittsnachweis

Isometrie



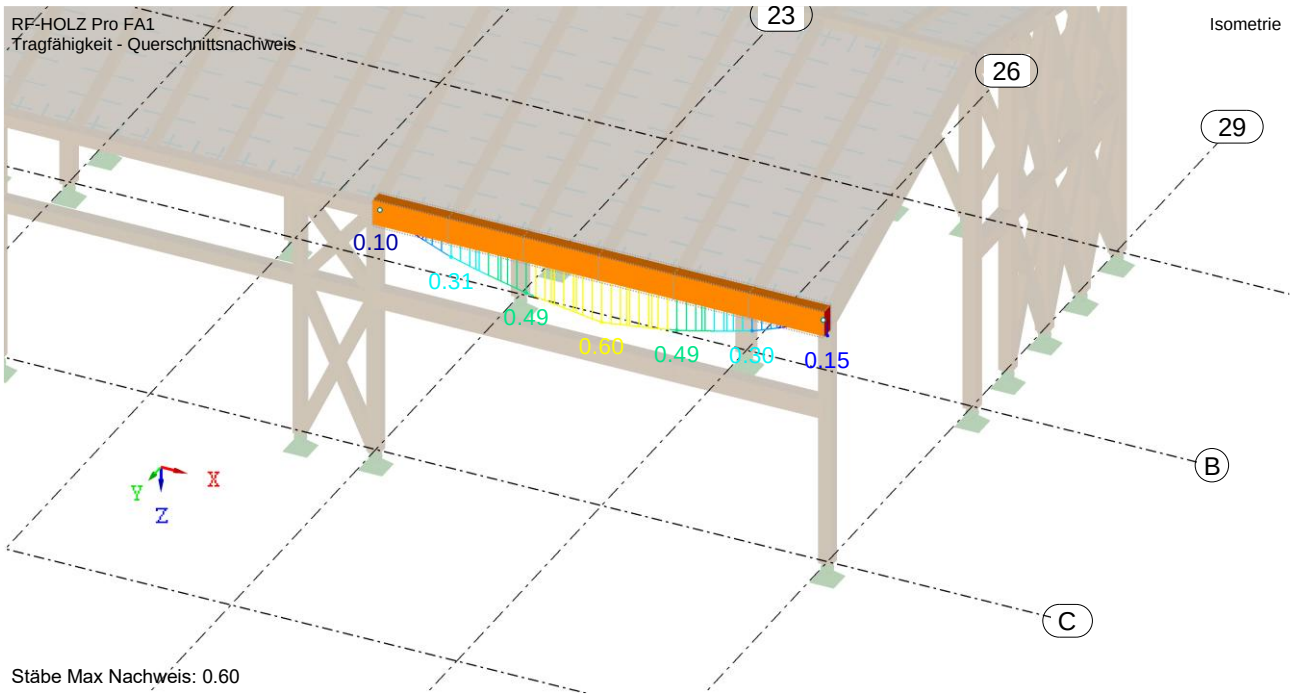
Stäbe Max Nachweis: 0.86

Nachweise erfüllt.

IV.1.11. **B-1-10**

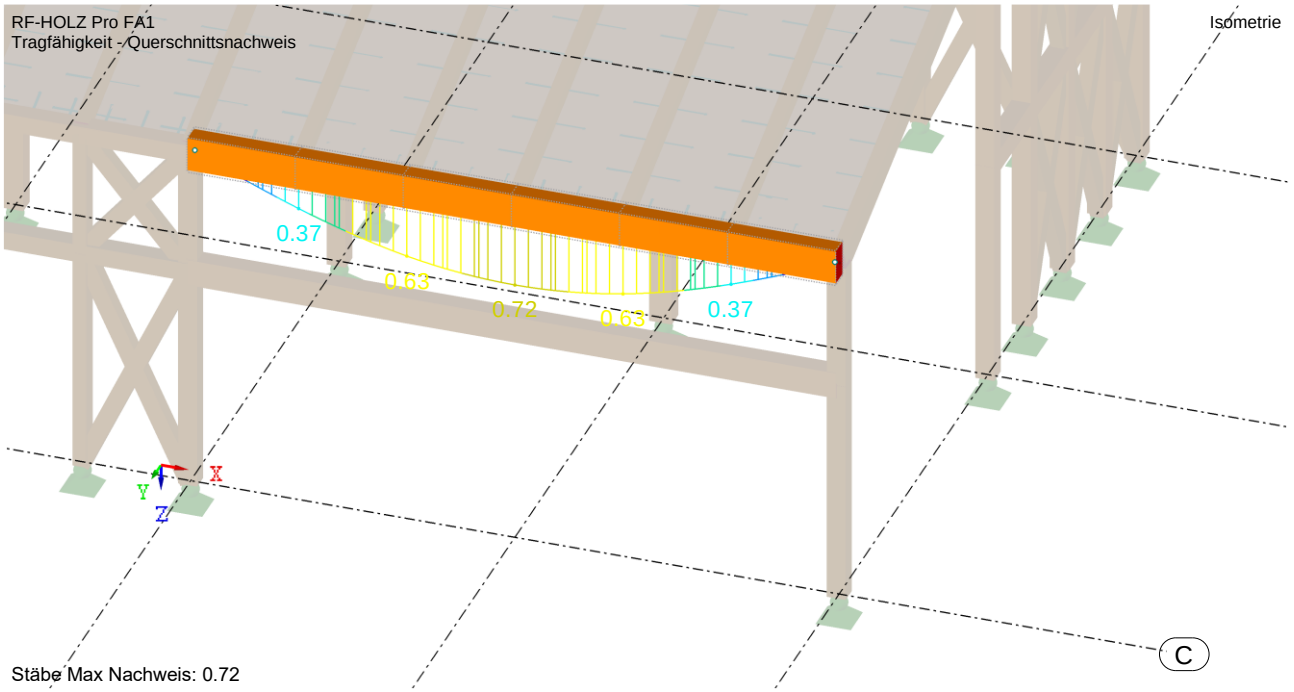
Geändert: GL24h b/h = 22/40 cm (Reduktion von 42 cm) → Nachweis in RFEM-Gesamtmodell: OK.

Tragfähigkeit



Stäbe Max Nachweis: 0.60

Gebrauchstauglichkeit



Stäbe Max Nachweis: 0.72

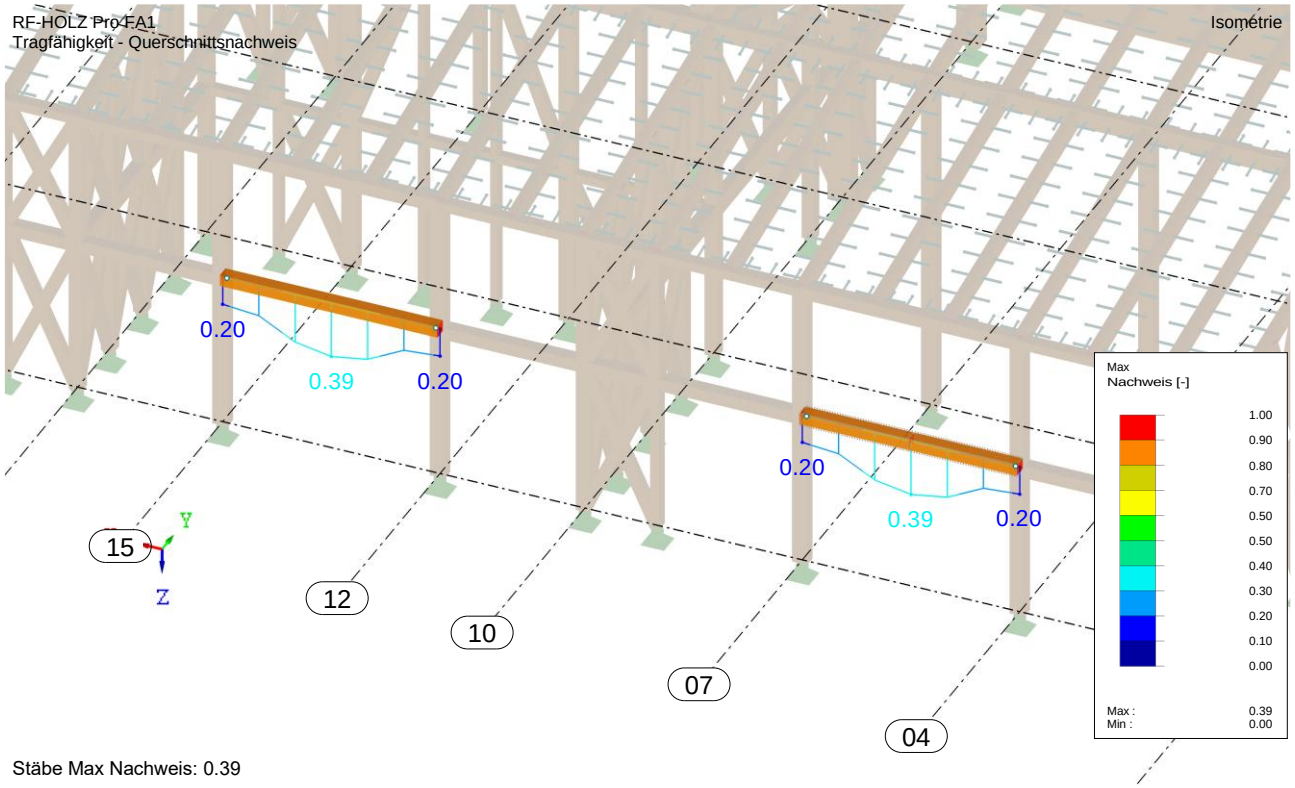
IV.1.12. **B-1-11**

Sturz Achse A/12-15 und A/4-7. Querschnittshöhe vermindert um 2 cm. In RFEM-Modell nachgewiesen.

Material GL24h

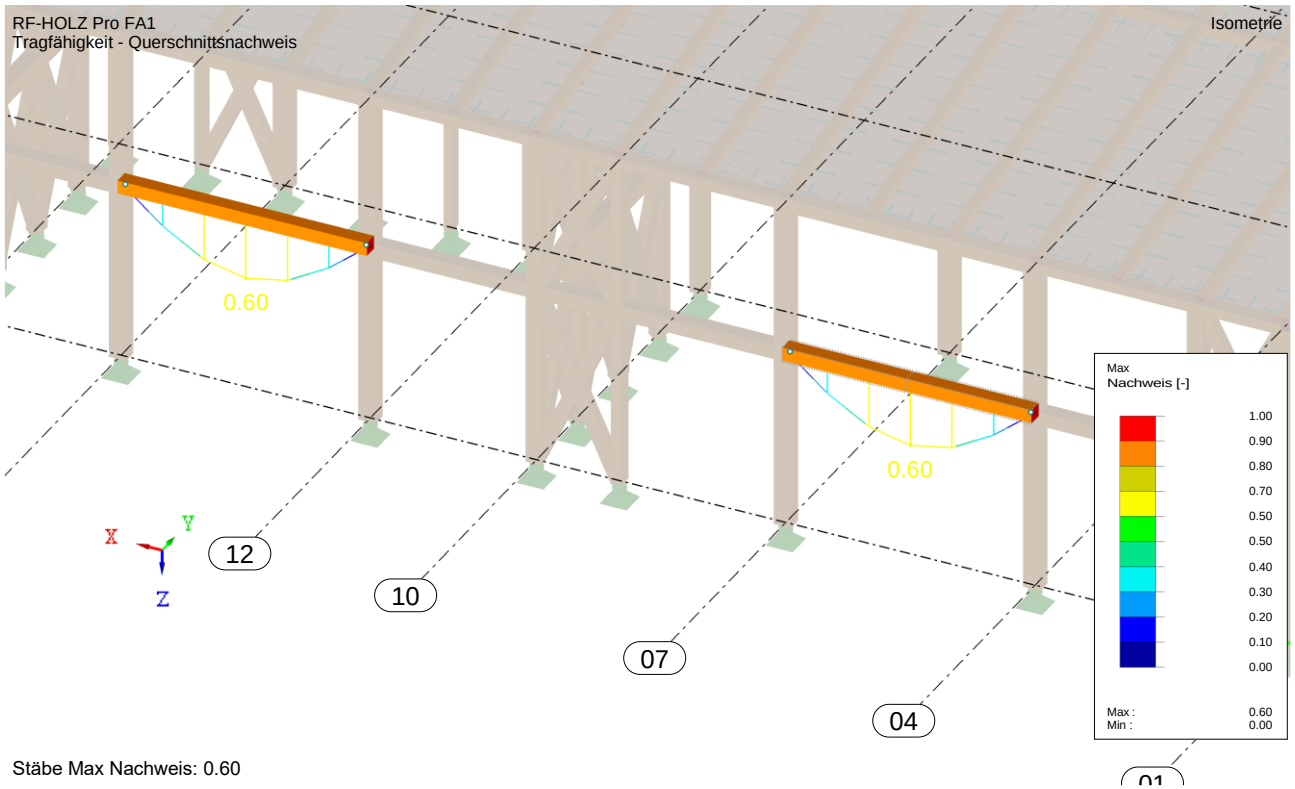
Querschnitt b/h = 22/20 cm

GZT



Stäbe Max Nachweis: 0.39

GZG



Stäbe Max Nachweis: 0.60

Nachweise erfüllt.

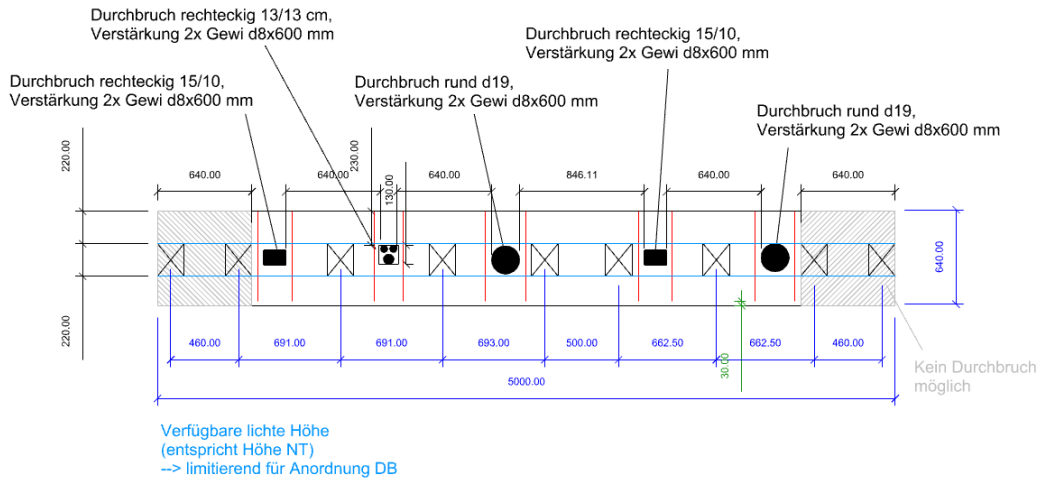
V. Durchbruchsplanung

Prüfung der von Durchbrüchen betroffenen Holzbauteile. Durchbrüche mit Durchmesser kleiner gleich 5 cm werden vernachlässigt.

V.1. B-E-50 Hauptträger Geschossdecke

B-E-50	Hauptträger Geschossdecke	GL24h; b/h = 26/64 cm
Durchbruch	1) 1x rechteckig; b/h = 15/10 cm 2) 2x rund d19 cm 3) 1x rechteckig; b/h = 13/13 cm	
Verstärkung	1+3) Rechteckiger DB: innenliegend, Kanten der Aussparung ausgerundet (Radius mind. 15 mm)! Verstärkung zu beiden Seiten des DB: Gewindebolzen 4.8 d8x600 mm (von oben eingebracht), Abstand zu Rand der Öffnung: $a_{c,1}$ = 40 mm, Verankerungslänge l_{ad} = 23 cm 2) Runder DB: innenliegende Verstärkung, zu beiden Seiten des DB: Gewindebolzen 4.8 d8x600 mm (von oben eingebracht), Abstand zu Rand der Öffnung: $a_{c,1}$ = 40 mm, Verankerungslänge l_{ad} = 25 cm	
Mindestabstände	Durchbrüche untereinander (64 cm) und von Trägerende (64 cm) s. Zeichnung Abstand des Gewindebolzen zum Durchbruch a = 40 mm.	
Brandschutz	Spitze des Gewindebolzen bis max. 30 mm oberhalb der UK Träger	

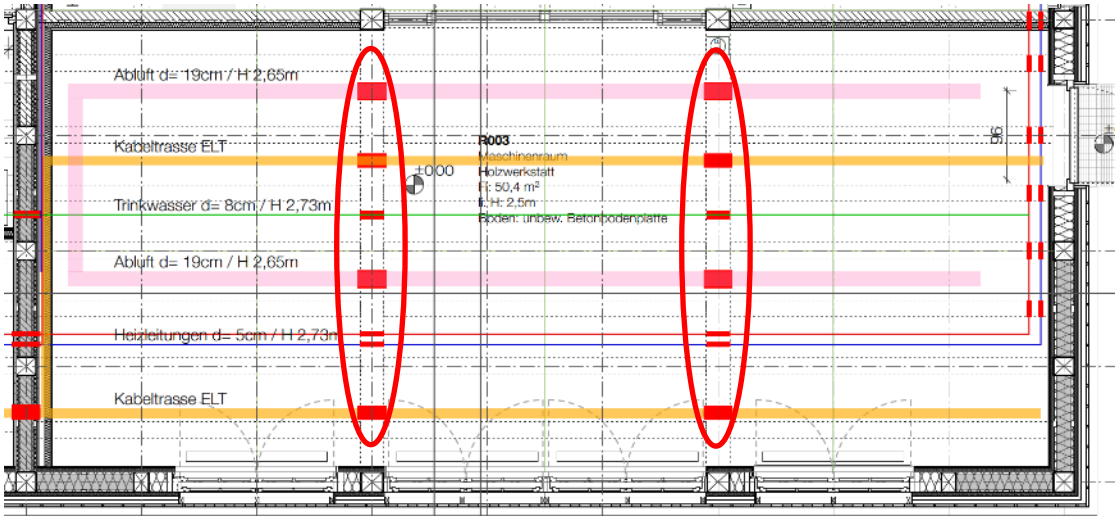
Vorbemerkung



Es sind Durchbrüche geplant in den Balken in den **Achsen 4 und 7** über der Holzwerkstatt (s.u.). Verteilungsleitungen DN200 und DN120 werden wandseitig oder unterhalb der Nebenträger geführt.

Insgesamt pro Träger:

- 2x ⌀19 cm
- 2x b/h = 15/10 cm
- 1x b/h = 13/13 cm



Achtung: ursprünglicher Architekturplan, nur orientierend. Finale Lage der Durchbrüche auf Grundlage dieser Statik.

Lasten

Bemessungsschnittgrößen (aus RFEM-Gesamtmodell)

Bemessung

Kontrolle, ob Ausführung des Durchbruchs unverstärkt möglich:

Querschnittshöhe Träger	h = 64 cm	
Max. Durchmesser Öffnung	a <= 0,4*h =	25,6 cm
Durchmesser d der rechteckigen Öffnung:	d = $\sqrt{(10^2+15^2)}$ =	18,03 cm
Max. Durchmesser der runden Öffnung:	d = 20 cm	< 22,4 cm
Randabstand der Öffnung	l_v >= h =	64 cm
Mindestholzdicke über/unter der Öffnung	$h_{ro/ru}$ >= 0,35*h =	22,4 cm
Max. Öffnungshöhe:	h_d <= 0,15*h =	**9,6 cm**

Überprüfung der Randbedingungen für verstärkte Durchbrüche

Rechteckiger Durchbruch b/h = 15/10 cm: **Mit innenliegender Verstärkung** OK.

Durchbrüche Balken

(01) Überprüfung der Randbedingungen der Durchbrüche:

h	[cm]		64
b	[cm]		26

	l_v [cm]	l_A [cm]	h_{ro} [cm]	h_{ru} [cm]	a [cm]	h_d [cm]	l_z [cm]
	Durchbruch						
	64	32	23,0	31,0	15	10	96
	Randbedingungen für Durchbrüche						
unverstärkt	$l_v \geq h$	$l_A \geq 0,5 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0,35 \cdot h$	$h_{ru} \geq 0,35 \cdot h$	$a \leq 0,4 \cdot h$	$h_d \leq 0,15 \cdot h$	$l_z \geq 1,5 \cdot h$ / $l_z \geq 30$ cm
	64	32	22,4	22,4	25,6	9,6	96 / 30
verstärkt	$l_v \geq h$	$l_A \geq 0,5 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0,25 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0,25 \cdot h$	$a \leq h$ / $a \leq 2,5 \cdot h_d$	$h_d \leq 0,3 \cdot h$ [1] / $h_d \leq 0,4 \cdot h$ [2]	$l_z \geq h$ / $l_z \geq 30$ cm
	64	32	16	16	64 / 25	19,2 / 25,6	64 / 30

Runder Durchbruch ⌀19 cm: **Mit innenliegender Verstärkung** OK.

Durchbrüche Balken

(01) Überprüfung der Randbedingungen der Durchbrüche:

h	[cm]	64
b	[cm]	26

	l_v [cm]	l_A [cm]	h_{ro} [cm]	h_{ru} [cm]	a [cm]	h_d [cm]	l_z [cm]
	Durchbruch						
	64	32	23,0	22,0	19	19	64
	Randbedingungen für Durchbrüche						
unverstärkt	$l_v \geq h$	$l_A \geq 0{,}5 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0{,}35 \cdot h$	$h_{ru} \geq 0{,}35 \cdot h$	$a \leq 0{,}4 \cdot h$	$h_d \leq 0{,}15 \cdot h$	$l_z \geq 1{,}5 \cdot h$ / $l_z \geq 30$ cm
	64	32	22,4	22,4	25,6	9,6	96 / 30
verstärkt	$l_v \geq h$	$l_A \geq 0{,}5 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0{,}25 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0{,}25 \cdot h$	$a \leq h$ / $a \leq 2{,}5 \cdot h_d$	$h_d \leq 0{,}3 \cdot h$ [1] / $h_d \leq 0{,}4 \cdot h$ [2]	$l_z \geq h$ / $l_z \geq 30$ cm
	64	32	16	16	64 / 47,5	19,2 / 25,6	64 / 30

Rechteckiger Durchbruch b/h = 13/13 cm: **Mit innenliegender Verstärkung** OK.

Durchbrüche Balken

(01) Überprüfung der Randbedingungen der Durchbrüche:

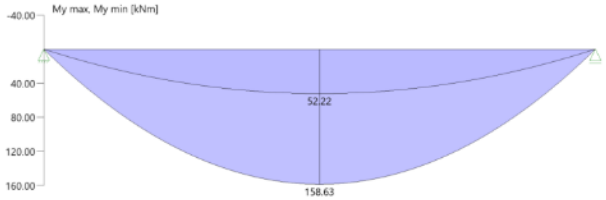
h	[cm]	64
b	[cm]	26

	l_v [cm]	l_A [cm]	h_{ro} [cm]	h_{ru} [cm]	a [cm]	h_d [cm]	l_z [cm]
	Durchbruch						
	64	32	23,0	28,0	13	13	64
	Randbedingungen für Durchbrüche						
unverstärkt	$l_v \geq h$	$l_A \geq 0{,}5 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0{,}35 \cdot h$	$h_{ru} \geq 0{,}35 \cdot h$	$a \leq 0{,}4 \cdot h$	$h_d \leq 0{,}15 \cdot h$	$l_z \geq 1{,}5 \cdot h$ / $l_z \geq 30$ cm
	64	32	22,4	22,4	25,6	9,6	96 / 30
verstärkt	$l_v \geq h$	$l_A \geq 0{,}5 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0{,}25 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0{,}25 \cdot h$	$a \leq h$ / $a \leq 2{,}5 \cdot h_d$	$h_d \leq 0{,}3 \cdot h$ [1] / $h_d \leq 0{,}4 \cdot h$ [2]	$l_z \geq h$ / $l_z \geq 30$ cm
	64	32	16	16	64 / 32,5	19,2 / 25,6	64 / 30

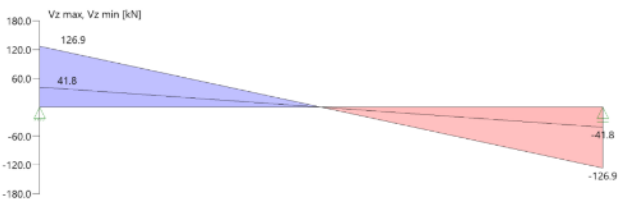
Bemessung der Querzugverstärkung

Schnittgrößen gem V.3.21 (LP4-Bericht-Kapitel von B-E-50)

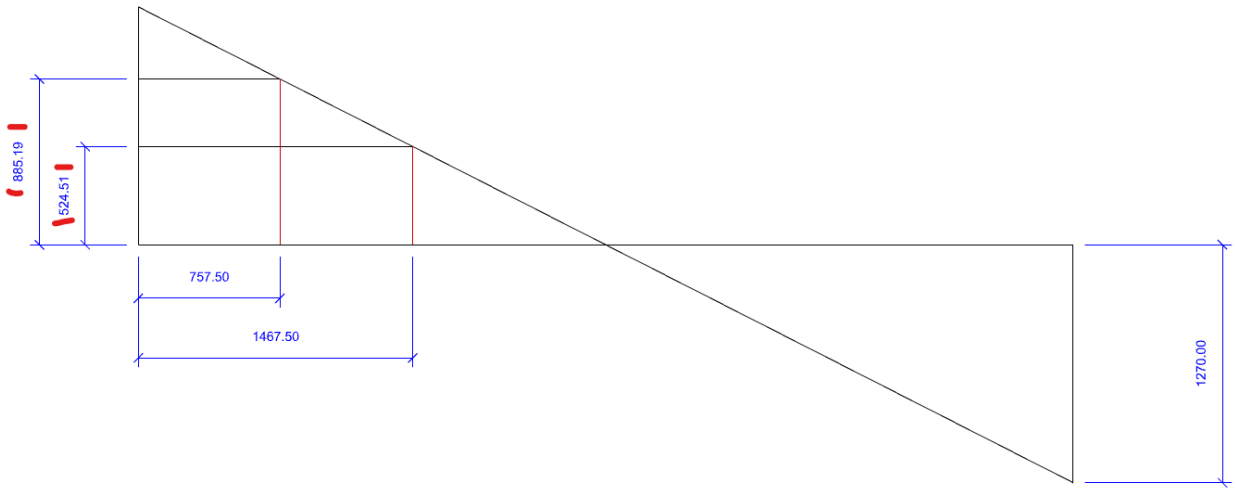
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend
Schnittgrößen
Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Ermittlung der maßgebenden Designquerkräfte 88,5 kN und 52,5 kN:



Beachten, dass Ausrundungsradius der rechteckigen Öffnung mind. 15 mm betragen muss!

Durchbruch rund (Durchmesser 19 cm mit $V_{z,d}$ = 52,5 kN am äußeren Rand des Durchbruchs):

Durchbrüche Balken

(02) Überprüfung der Notwendigkeit einer Verstärkung (Querzug)

Form		rund		rechteckig	rund
$\alpha = h_d / h$	=	0,30	[-]	0,30	
h_r	=	0,2485	[m]	22	24,85
M_d	=	159	[kNm]		
$F_{t,M,d}$	=	0,05	[kN]	0,058	0,051
V_d	=	53	[kN]		
$F_{t,V,d}$	=	8,14	[kN]	11,45	8,14
$F_{t,90,d}$	=	8,19	[kN]		
$k_{t,90}$	=	0,84			
$f_{t,90,k}$	=	0,05	[kN/cm²]		
k_{mod}	=	0,60	[-]		
$f_{t,90,k}$	=	0,02	[kN/cm²]		
$l_{t,90}$	=	38,71	[cm]	41,50	38,71
$F_{t,90,Rd}$	=	21,10	[kN]		
Ft,90,d	**<**	**Ft,90,Rd**	**ok**		

Durchbrüche Balken

(03) Querzugverstärkung

a) Innenliegende Verstärkung (Stahlstäbe

Auswahl der Art:		Durchbruch	rund
$F_{t,90,d}$	=	8,19	[kN]
$F_{t,Rd}$	=	10,54	[kN] (SBT 9.65b)
n_s	=	1	[-] Anzahl Stäbe nebeneinander
d_r	=	8	[mm] Randbedingung erfüllt
h_{eff}	=	60	[cm]
l_{ad}	=	24,85	[cm]
$k_{fp,1}$	=	1	[-]
$f_{k1,k}$	=	0,4	[kN/cm²] (SBT 9.65a)
$f_{k1,d}$	=	0,185	[kN/cm²]
$F_{1,90,Rd}$	=	11,53	[kN]

--> Klebefuge/ Herausziehen:	$F_{t,90,d}$	<	$F_{t,90,Rd}$	ok
--> Zugspannung im Stahlstab:	$F_{t,90,d}$	<	$n_s * F_{t,90,Rd}$	ok

→ Verstärkung notwendig aufgrund geometrischer Randbedingungen, nicht aufgrund von Querzugbeanspruchung.

Durchbruch rechteckig (b/h = 15/10 cm mit $V_{z,d}$ = 88,5 kN am äußeren Rand des Durchbruchs):

Durchbrüche Balken

(02) Überprüfung der Notwendigkeit einer Verstärkung (Querzug)

Form		rechteckig		**rechteckig**	**rund**
$\alpha = h_d / h$	=	0,18	[-]	0,18	
h_r	=	0,18	[m]	18	19,5
M_d	=	159	[kNm]		
$F_{t,M,d}$	=	0,07	[kN]	0,071	0,065
V_d	=	88,5	[kN]		
$F_{t,V,d}$	=	11,73	[kN]	11,73	8,25
$F_{t,90,d}$	=	11,80	[kN]		
$k_{t,90}$	=	0,90			
$f_{t,90,k}$	=	0,05	[kN/cm²]		
k_{mod}	=	0,60	[-]		
$f_{t,90,k}$	=	0,02	[kN/cm²]		
$l_{t,90}$	=	33,00	[cm]	33,00	31,53
$F_{t,90,Rd}$	=	19,23	[kN]		
Ft,90,d	**<**	**Ft,90,Rd**	**ok**		

Durchbrüche Balken

(03) Querzugverstärkung

(a) Innenliegende Verstärkung (Stahlstäbe)

Auswahl der Art:		Durchbruch	rechteckig
$F_{t,90,d}$	=	7,24	[kN]
$F_{t,Rd}$	=	10,54	[kN] (SBT 9.65b)
n_n	=	1	[-] Anzahl Stäbe nebeneinander
d_r	=	8	[mm] Randbedingung erfüllt
h_{eff}	=	64	[cm]
l_{ad}	=	23	[cm]
$k_{sp,1}$	=	1	[-]
$f_{k1,k}$	=	0,4	[kN/cm²] (SBT 9.65a)
$f_{k1,d}$	=	0,185	[kN/cm²]
$F_{t,90,Rd}$	=	10,67	[kN]

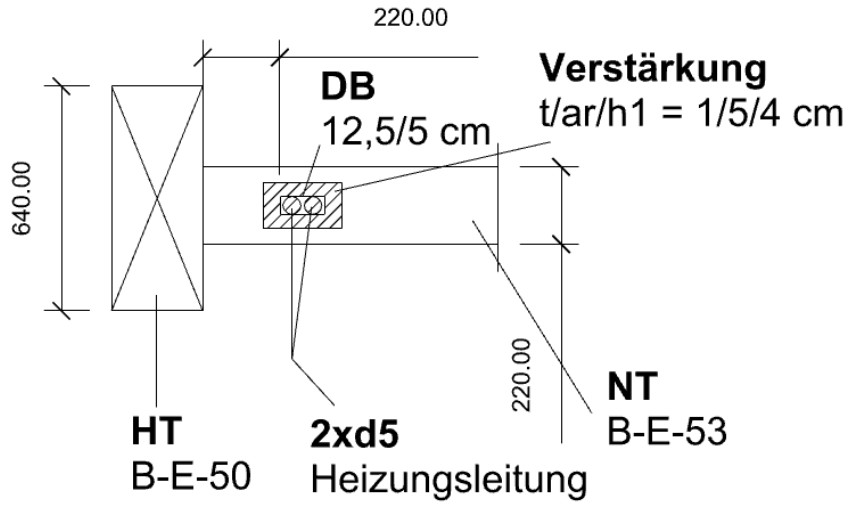
--> Klebefuge/ Herausziehen:	$F_{t,90,d}$	<	$F_{t,90,Rd}$	ok
--> Zugspannung im Stahlstab:	$F_{t,90,d}$	<	$n_n * F_{t,90,Rd}$	ok

Abstand des Gewindebolzen zum Durchbruch > 5*d = 5*8 mm = 40 mm.

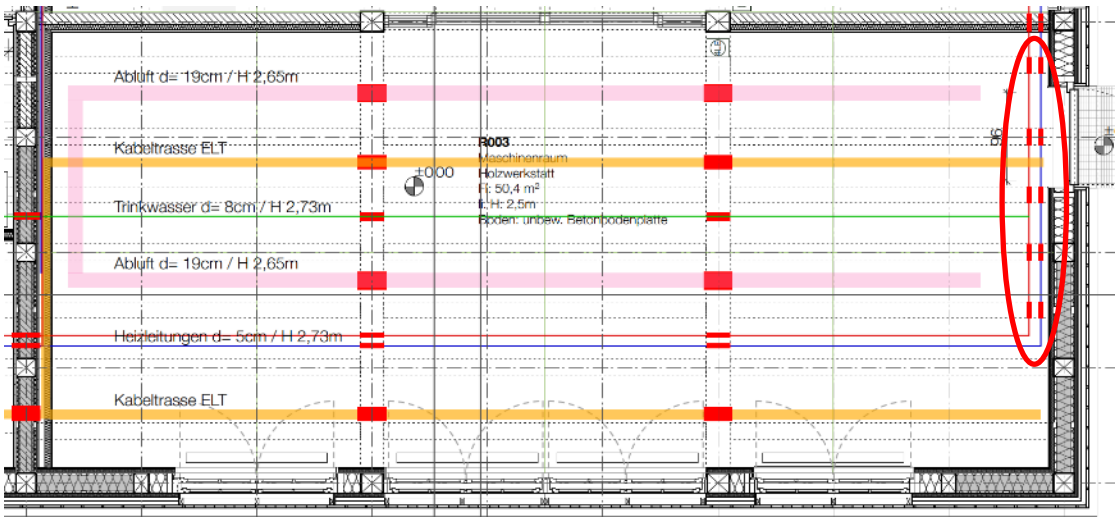
V.2. B-E-53 Nebenträger Geschossdecke

B-E-53	Nebenträger Geschossdecke	GL24h; b/h = 18/22 cm
Durchbruch	Rechteckig; b/h = 11/5 cm, Mind. 22 cm Abstand vom Trägerende	
Verstärkung	aufgeklebtes Sperrholz, außenliegend, $t_r/a_r/h_1$ = 1/5/4 cm, Kanten der Aussparung ausgerundet	

Grundlagen



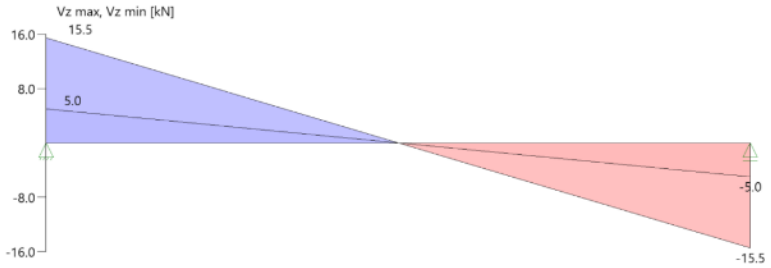
Heizungskanäle 2x⌀5 cm (nebeneinander angeordnet) sollen in der Holzwerkstatt durch die Nebenträger geführt werden. Der Nebenträger B-E-53 ist oben und unten eingefasst von Sperrholz- bzw. Holzfaserdämm- und Holzwerkstoffplatte.



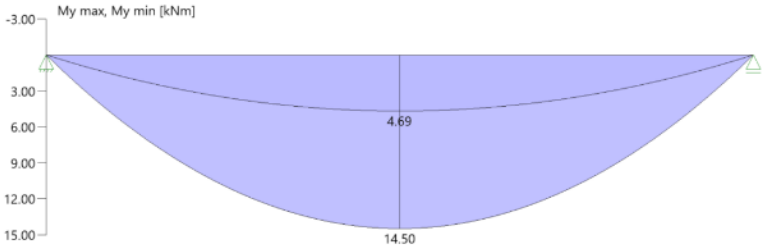
Deckenaufbau Holzwerkstatt / pot. Aufenthaltsraum			
Schicht	d [mm]	γ [kN/m³]	g [kN/m²]
Reichsziegel aus Bestand	120	18	2,16
Sand/Lehm/Schüttung	40	22	0,88
2x Sperrholz 30mm	60	4,5	0,27
KVH 180/220, e=0,625	220	5,5	0,35
flexible Holzfaserdämmplatte (z.B. GUTEX Thermoflex)	80	0,45	0,04
Holzfaserdämmplatte	40	1,4	0,06
Holzwerkstoffplatte	30	4,5	0,14
Summe			**3,9**
Rechenwert ohne Eigengewicht			**3,5**
Rechenwert mit Eigengewicht			**4,1**

Lasten

Umhüllende der Querkräfte



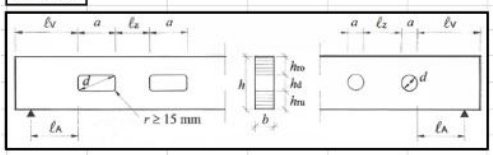
Umhüllende der Momente



Nachweis

Anforderungen an die Anordnung des Durchbruchs.

SBT 9.63



	ℓ_V	ℓ_A	$h_{ro(ru)}$	a	h_d	ℓ_z
unverstärkt	$\geq h$	$\geq 0{,}5 \cdot h$	$\geq 0{,}35 \cdot h$	$\leq 0{,}4 \cdot h$	$\leq 0{,}15 \cdot h$	$\geq 1{,}5 \cdot h$ mind. 300 mm
verstärkt	$\geq h$	$\geq 0{,}5 \cdot h$	$\geq 0{,}25 \cdot h$	$\leq h$ $a/h_d \leq 2{,}5$	$\leq 0{,}3 \cdot h$ [1] $\leq 0{,}4 \cdot h$ [2]	$\geq h$ mind. 300 mm

[1] Bei innen liegender Verstärkung. [2] Bei außen liegender Verstärkung.

Durchbrüche Balken

(01) Überprüfung der Randbedingungen der Durchbrüche:

h	[cm]	22	
b	[cm]	18	

	l_v [cm]	l_A [cm]	h_{ro} [cm]	h_{ru} [cm]	a [cm]	h_d [cm]	l_z [cm]
	Durchbruch						
	64	32	8,5	8,5	12,5	5	30
	Randbedingungen für Durchbrüche						
unverstärkt	$l_v \geq h$	$l_A \geq 0{,}5 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0{,}35 \cdot h$	$h_{ru} \geq 0{,}35 \cdot h$	$a \leq 0{,}4 \cdot h$	$h_d \leq 0{,}15 \cdot h$	$l_z \geq 1{,}5 \cdot h$ / $l_z \geq 30$ cm
	22	11	7,7	7,7	8,8	3,3	33 / 30
verstärkt	$l_v \geq h$	$l_A \geq 0{,}5 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0{,}25 \cdot h$	$h_{ro} \geq 0{,}25 \cdot h$	$a \leq h$ / $a \leq 2{,}5 \cdot h_d$	$h_d \leq 0{,}3 \cdot h$ [1] / $h_d \leq 0{,}4 \cdot h$ [2]	$l_z \geq h$ / $l_z \geq 30$ cm
	22	11	5,5	5,5	22 / 12,5	6,6 / 8,8	22 / 30

Durchbrüche Balken

(02) Überprüfung der Notwendigkeit einer Verstärkung (Querzug)

Form		rund		rechteckig	rund
$\alpha = h_d / h$	=	0,23	[-]	0,23	
h_r	=	0,0925	[m]	8,5	9,25
M_d	=	3	[kNm]		
$F_{t,M,d}$	=	0,00	[kN]	0,003	0,003
V_d	=	15,5	[kN]		
$F_{t,V,d}$	=	1,83	[kN]	2,60	1,83
$F_{t,90,d}$	=	1,84	[kN]		
$k_{t,90}$	=	1,00			
$f_{t,90,k}$	=	0,05	[kN/cm²]		
k_{mod}	=	0,60	[-]		
$f_{t,90,k}$	=	0,02	[kN/cm²]		
$l_{t,90}$	=	12,77	[cm]	13,50	12,77
$F_{t,90,Rd}$	=	5,74	[kN]		

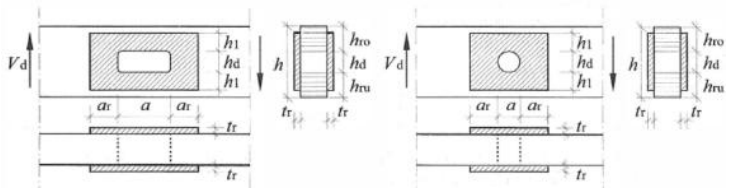
Ft,90,d	**<**	**Ft,90,Rd**	**ok**

→ Verstärkung ist notwendig aufgrund der geometrischen Randbedingungen, nicht infolge Querzugbeanspruchung.

(b) seitlich aufgeklebte Verstärkung

Auswahl der Art:		Durchbruch		rechteckig
$F_{t,90,d}$	=	1,84	[kN]	
h_r	=	16,70	[kN]	
h_1	=	4	[cm]	Randbedingung erfüllt
h_{eff}	=	22	[cm]	
a_r	=	5	[cm]	Randbedingung erfüllt
t_r	=	1	[cm]	
$k_{sp,2}$	=	0,5	[-]	
$f_{k2,k}$	=	0,075	[kN/cm²]	(SBT 9.65a)
$f_{k2,d}$	=	0,035	[kN/cm²]	
$f_{t,k}$	=	0,900	[kN/cm²]	
$f_{t,d}$	=	0,415	[kN/cm²]	
$F_{t,90,Rd,Fuge}$	=	5,78	[kN]	
$F_{t,90,Rd,Platte}$	=	2,08	[kN]	

--> Klebefuge/ Herausziehen:	$F_{t,90,d}$	<	$F_{t,90,Rd,Fuge}$	ok
--> Zugspannung im Stahlstab:	$F_{t,90,d}$	<	$F_{t,90,Rd,Platte}$	ok



VI. Änderung Anprallkonzept

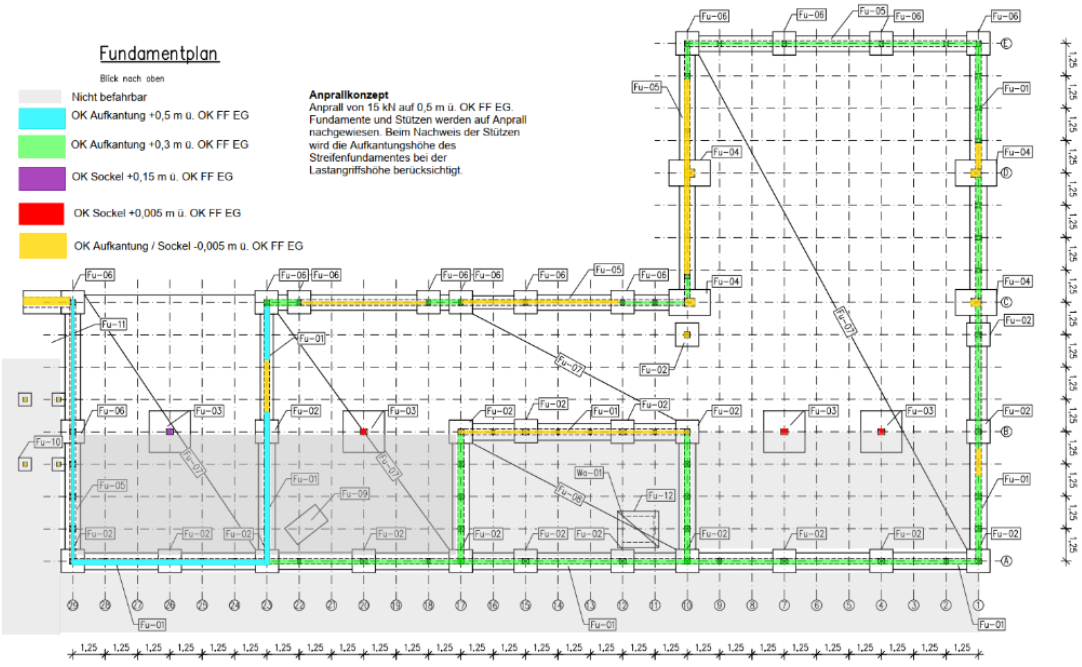
Vorbemerkung

Das Anprallkonzept wurde im Vergleich zur LP4 überarbeitet. Es werden keine Stahlschutzwinkel o.ä. Maßnahmen zum Schutz der tragenden Holzstützen vorgesehen. Es wurde gemäß bisheriger Planung eine horizontale Anpralllast von 15 kN bei einer Angriffshöhe von 50 cm ü. GOK angesetzt.

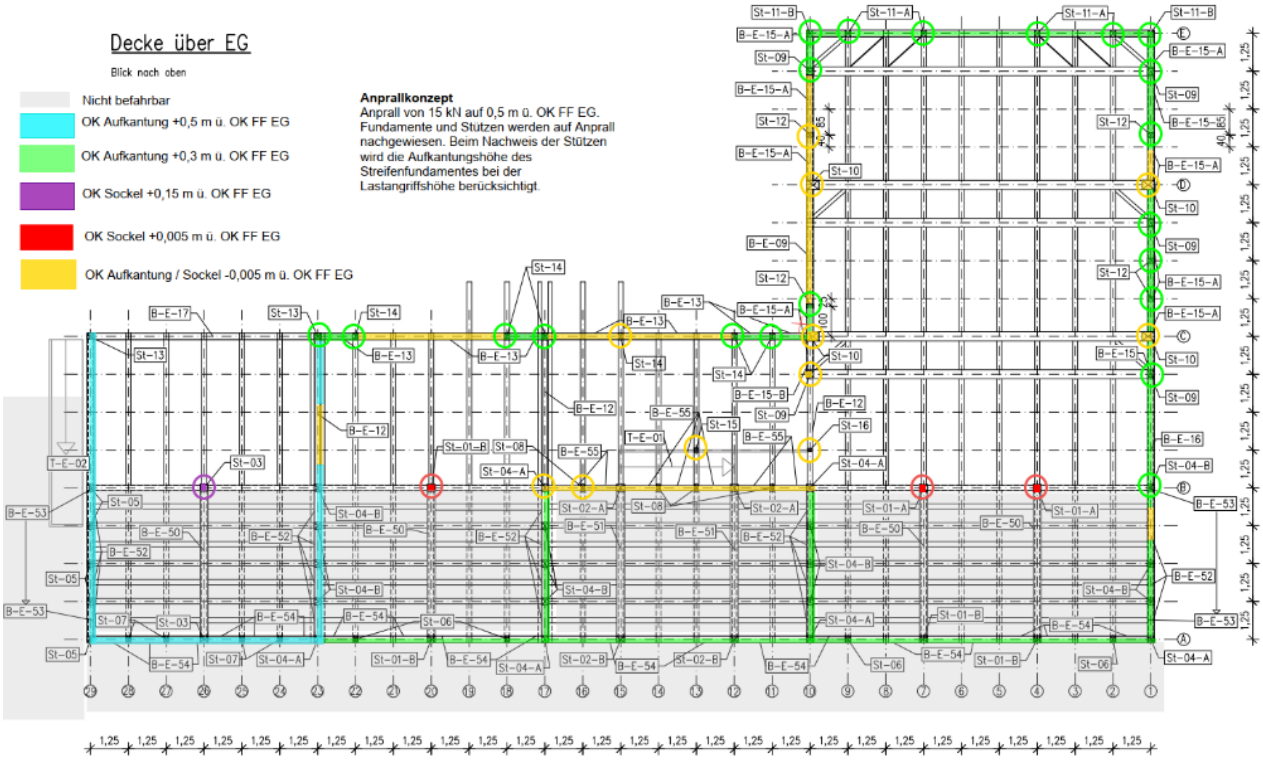
Es wurden die folgenden Anprallbereiche benannt und festgelegt, welche Nachweise zu führen sind, da sich die Aufkantungshöhen der unter den Stützen liegenden Fundamente unterscheiden.

Verschiedene Bereiche:

- Kein Verkehr, kein Anprall.
- Keine Berücksichtigung von Anprall, da straßenseitig Bürgersteig vorhanden.
- Freilager. Aufkantung umlaufend 50 cm, Fundamente werden auf Anprall bemessen. Es erfolgt kein Nachweis der Stützen auf Anprall.
- Max. Höhe der Aufkantung 30 cm ü. OK FF EG → Nachweis der Fundamente in Bereich B maßgebend, nur Nachweis der Stützen (Pendelstützen) mit Angriffshöhe der Anpralllast von 20 cm. Übertragung der Horizontalkraft mittels Querkraftdorn.
- Stützen auf Anprall (auf 50 cm ü. OK FF EG) bemessen.



VI.1. Übersicht Anprall Stützen



Übersicht der auf Anprall zu prüfenden Stützen
() --> nicht maßgebend

Anprall mit Lastangriff auf 0,5 m
(St-01-A)
St-01-B
St-04-A
St-08
St-10
St-12
St-14
St-15
St-16

Anprall mit Lastangriff auf 0,35 m
St-03

Anprall mit Lastangriff auf 0,2 m
St-04-B
St-09
St-11-A
(St-11-B)
(St-12)
St-13
(St-14)

Vorbemerkung

Bei der Bemessung werden die in Kapitel V. festgelegten Stützenquerschnitte der LP5 berücksichtigt. Nachweise Anprall auf +0,5 m ü. OK FF EG

Nachweis St-01-B

Position: St-01-B_Anprall_50 cm

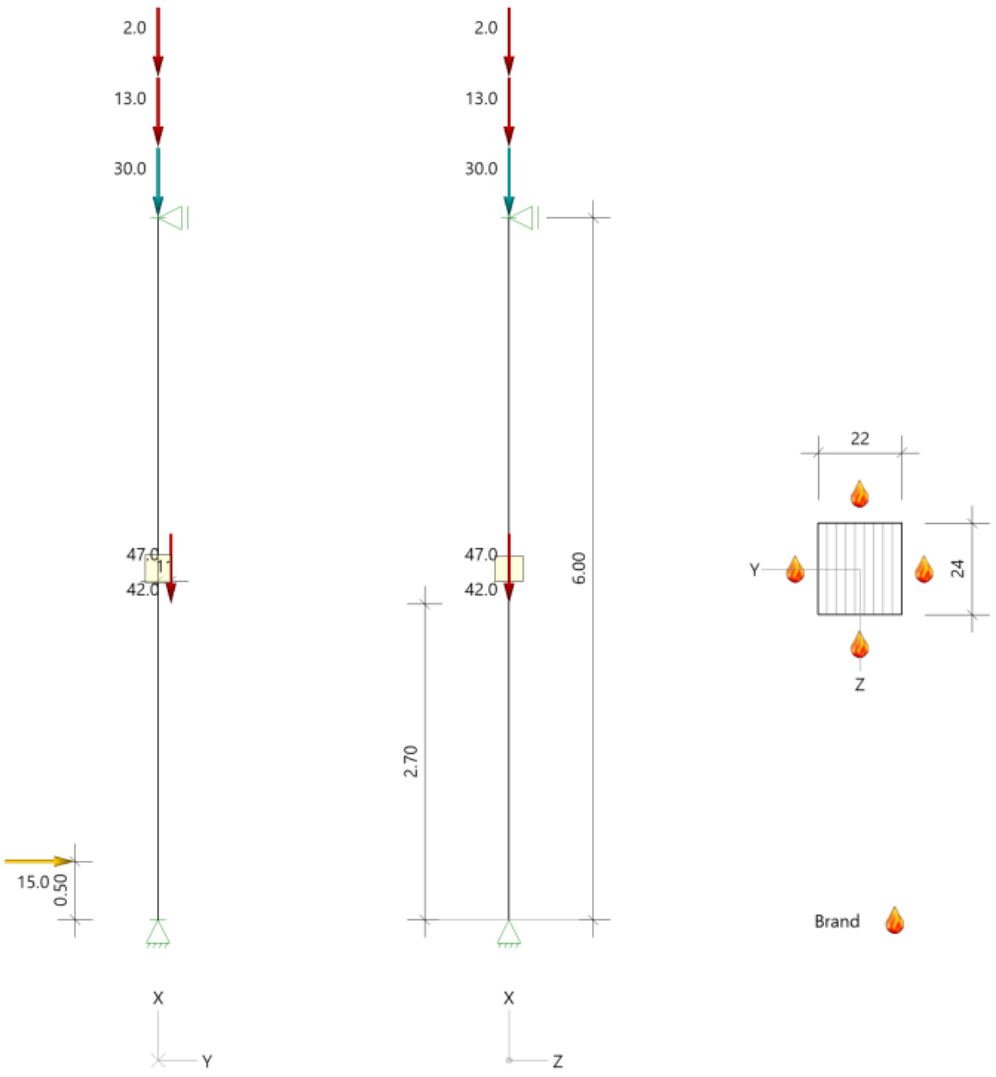
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=6.00m, b/h=22.0/24.0cm, GL24h, NKL 1, EN 14080:2013
Lamellen/Schichten parallel h(z)

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2, ez	L2, ey	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	1.3	6.00			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	30.0	6.00			1.00		
3	2 X	10	13.0	6.00			1.00		
4	2 X	9	2.0	6.00			1.00		
5	2 X	99	42.0	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
6	2 X	5	47.0	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
7	2 Y	15	15.0	0.50			1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
Exzentrizitäten ez, ey[cm]
EWG: 99=ständig; 5=Kat. E: Lagerflächen; 9=Windlasten; 10=Schnee H < 1000 m; 15=außergewöhnliche Einwirkungen

Kombinationen

Kombinationsliste maßgebende Kombinationen

LF	LK	1 STR	7 STR	16 STR	19 SLS	31 SLS	33 STR	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .
1		1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00						
2		*1.50	-	-	*1.00	-	-						
3		0.90	-	*0.20	0.60	-	0.20						
4		1.50	*1.50	-	1.00	0.80	0.80						
5		-	-	1.00	-	-	-						

Im Brandfall

Brandschutz

Feuerwiderstand	30 min
Brandbeanspruchung Seite	links, rechts, oben, unten

Abbrand

Abbrand Querschnitte Brettschichtholz

			Links	Rechts	Oben	Unten
Abbrandtiefe gesamt	d_{char}	[mm]	21.0	21.0	21.0	21.0
Abbrandrate(Durchschnitt)	β	[mm/min]	0.700	0.700	0.700	0.700

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen
Biegeknicken(S) s_k = Systemlängen
Biegedrillknicken(S) s_b = Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 7: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	$f_{...d}$ [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m b/h=22.0/24.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-169.5			-3.21	12.92	0.25
Mz	-6.30	$k_{m,z}$=1.00		3.25	14.22	0.23
N,M						**0.29**
Nachweis Stabilität x=2.70m b/h=22.0/24.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-169.5	$k_{c,y}$=0.48	$k_{c,z}$=0.41	-3.21	12.92	0.61

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Mz	-6.30	$k_{crit,z}$=1.00		3.25	14.22	0.23
N,M						**0.84**

LK7: 1.35*G1+1.50*Q4
Lamellenrichtung || h
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=86.6 λ_z=94.5 $\lambda_{rel,c,y}$=1.38 $\lambda_{rel,c,z}$=1.50 $\lambda_{rel,m,y}$=0.39 $\lambda_{rel,m,z}$=0.34
Anteil N(g)/N(g+q) = 92%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 16: Tragfähigkeit, Außergewöhnlich

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=22.0/24.0cm						
Vy	13.0	K_{mod}=1.10	γ_M=1.00	0.37	3.85	0.13
V,Mt		k_{cr}=0.71				**0.13**

LK16: 1.00*G1+0.20*W3+1.00*A5
Lamellenrichtung || h
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 33: Tragfähigkeit, Brand

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m GV:b/h=17.8/19.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.89	$k_{mod,c}$=0.83	k_{fi}=1.15		
Nx	-31.7			-0.90	22.89	0.04
Mz	4.82	$k_{m,z}$=1.00		-4.61	27.12	0.17
N,M						**0.17**
Nachweis Stabilität x=2.70m GV:b/h=17.8/19.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.89	$k_{mod,c}$=0.83	k_{fi}=1.15		
Nx	-111.3	$k_{c,y}$=0.37	$k_{c,z}$=0.31	-3.16	22.89	0.45
Mz	-3.94	$k_{crit,z}$=1.00		3.77	27.12	0.14
N,M						**0.59**
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m VV:b/h=16.4/18.4cm						
		$k_{mod,V}$=1.00	k_{fi}=1.15			
Vy	-1.5	k_{cr}=0.71		-0.07	4.03	0.03
V,Mt						**0.03**

LK33: 1.00*G1+0.20*W3+0.80*Q4
Lamellenrichtung || h
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=105.0 λ_z=116.8 $\lambda_{rel,c,y}$=1.57 $\lambda_{rel,c,z}$=1.75 $\lambda_{rel,m,y}$=0.42 $\lambda_{rel,m,z}$=0.36
Anteil N(g)/N(g+q) = 93%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
GV=genaues Verfahren; VV=Vereinfachtes Verfahren
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3 + EN 1995-1-2 Tab.2.2

Maßgebende Verformungen

LK	Gz	Situation	Nachweis	x [m]	L [m]	w [cm]	w_{lim} [h/]	w_{lim} [cm]	η
Richtung Y									
19	SLS	selten/charakteris.	FE, inst	4.35	6.00	0.2	300	2.0	0.10
31	SLS	quasiständig	FE, netfin	4.35	6.00	0.3	300	2.0	**0.15**
19	SLS	selten/charakteris.	FE, fin	4.35	6.00	0.3	200	3.0	0.11
1	STR	ständig/vorübergeh.	FE, fin	4.35	6.00	0.6			

Gz(Grenzzustand): SLS(Gebrauchstauglichkeit) STR(Tragfähigkeit)
Nachweis(System): FE(Feld)
inst: Elastisch; fin: Elastisch mit kriechen
Unberücksichtigte Kombinationen: Brand, Außergewöhnlich

Nachweis St-04-A

Position: St-04-A_Anprall_50 cm

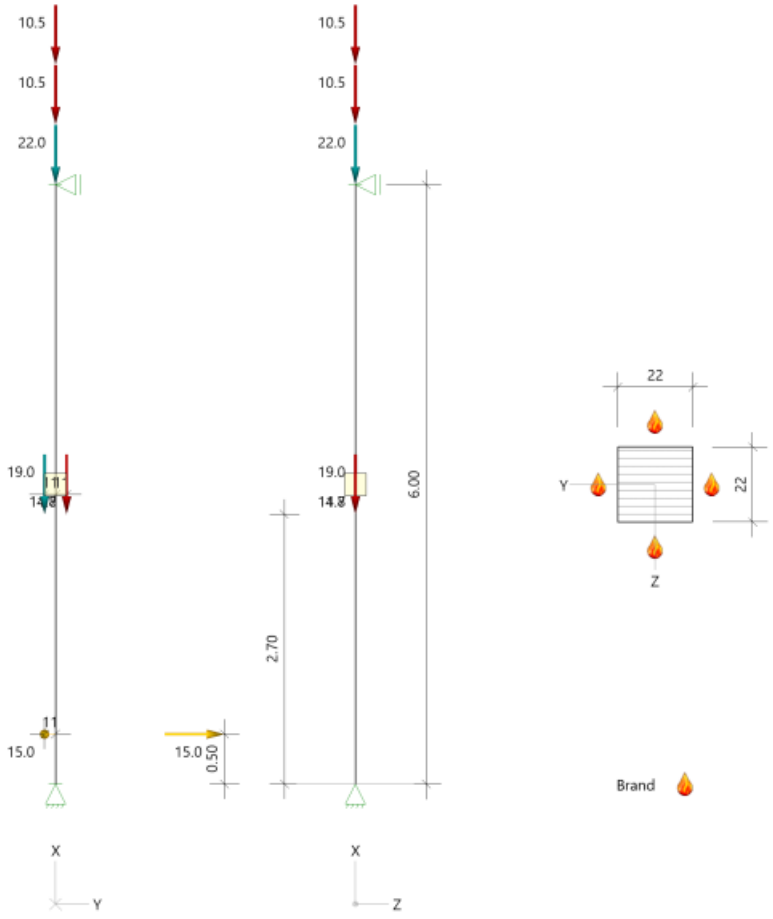
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=6.00m, b/h=22.0/22.0cm, GL24h, NKL 1, EN 14080:2013
Lamellen/Schichten parallel b(y)

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2, ez	L2, ey	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	1.2	6.00			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	22.0	6.00			1.00		
3	2 X	10	10.5	6.00			1.00		
4	2 X	9	10.5	6.00			1.00		
5	2 X	99	14.7	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
6	2 X	5	11.8	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
7	2 X	99	19.0	2.70	e= 0.0	e= -11.0	1.00		
8	2 Z	15	15.0	0.50		e= -11.0	1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
Exzentrizitäten ez, ey[cm]
EWG: 99=ständig; 5=Kat. E: Lagerflächen; 9=Windlasten; 10=Schnee H < 1000 m; 15=außergewöhnliche Einwirkungen

Im Brandfall

Brandschutz

Feuerwiderstand	30 min
Brandbeanspruchung Seite	links, rechts, oben, unten

Abbrand

Abbrand Querschnitte Brettschichtholz

			Links	Rechts	Oben	Unten
Abbrandtiefe gesamt	d_{char}	[mm]	21.0	21.0	21.0	21.0
Abbrandrate(Durchschnitt)	β	[mm/min]	0.700	0.700	0.700	0.700

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen
Biegeknicken(S) s_k = Systemlängen
Biegedrillknicken(S) s_b = Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 7: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	$f_{...d}$ [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=2.70m b/h=22.0/22.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-94.5			-1.95	12.92	0.15
Mz	-0.59	$k_{m,z}$=1.00		0.33	15.51	0.02
N,M						**0.15**
Nachweis Stabilität x=2.70m b/h=22.0/22.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-94.5	$k_{c,y}$=0.41	$k_{c,z}$=0.41	-1.95	12.92	0.37
Mz	-0.59	$k_{crit,z}$=1.00		0.33	15.51	0.02
N,M						**0.39**

LK7: 1.35*G1+1.50*Q4
Lamellenrichtung || b
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=94.5 λ_z=94.5 $\lambda_{rel,c,y}$=1.50 $\lambda_{rel,c,z}$=1.50 $\lambda_{rel,m,y}$=0.36 $\lambda_{rel,m,z}$=0.38
Anteil N(g)/N(g+q) = 96%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 15: Tragfähigkeit, Außergewöhnlich

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=22.0/22.0cm						
		k_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Vz	13.8	k_{cr}=0.71		0.43	3.85	0.15
Vy	-0.1	k_{cr}=0.71		-0.004	3.85	0.00
Mt	1.51	k_{Shape}=1.05		0.68	3.85	0.17
V,Mt						**0.19**

LK15: 1.00*G1+0.90*Q4+1.00*A5
Lamellenrichtung || b
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 33: Tragfähigkeit, Brand

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=0.00m GV:b/h=17.8/17.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.89	$k_{mod,c}$=0.82	k_{fi}=1.15		
Nx	-68.5			-2.16	22.64	0.10
N,M						**0.10**
Nachweis Stabilität x=2.70m GV:b/h=17.8/17.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.89	$k_{mod,c}$=0.82	k_{fi}=1.15		
Nx	-68.5	$k_{c,y}$=0.31	$k_{c,z}$=0.31	-2.16	22.64	0.31
Mz	-0.25	$k_{crit,z}$=1.00		0.27	29.40	0.01
N,M						**0.32**

LK33: 1.00*G1+0.20*W3+0.80*Q4
Lamellenrichtung || b
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=116.8 λ_z=116.8 $\lambda_{rel,c,y}$=1.74 $\lambda_{rel,c,z}$=1.74 $\lambda_{rel,m,y}$=0.39 $\lambda_{rel,m,z}$=0.41
Anteil N(g)/N(g+q) = 94%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
GV=genaues Verfahren; VV=Vereinfachtes Verfahren
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3 + EN 1995-1-2 Tab.2.2

Maßgebende Verformungen

LK	Gz	Situation	Nachweis	x [m]	L [m]	w [cm]	wlim [h/]	wlim [cm]	η
Richtung Y									
19	SLS	selten/charakteris.	FE, inst	4.35	6.00	0.02	300	2.0	0.01
31	SLS	quasiständig	FE, netfin	4.35	6.00	0.02	300	2.0	**0.01**
19	SLS	selten/charakteris.	FE, fin	4.35	6.00	0.03	200	3.0	0.01
1	STR	ständig/vorübergeh.	FE, fin	4.35	6.00	0.1			

Gz(Grenzzustand): SLS(Gebrauchstauglichkeit) STR(Tragfähigkeit)
Nachweis(System): FE(Feld)
inst: Elastisch; fin: Elastisch mit kriechen
Unberücksichtigte Kombinationen: Brand, Außergewöhnlich

Nachweis St-08

Position: St-08_Anprall_50 cm

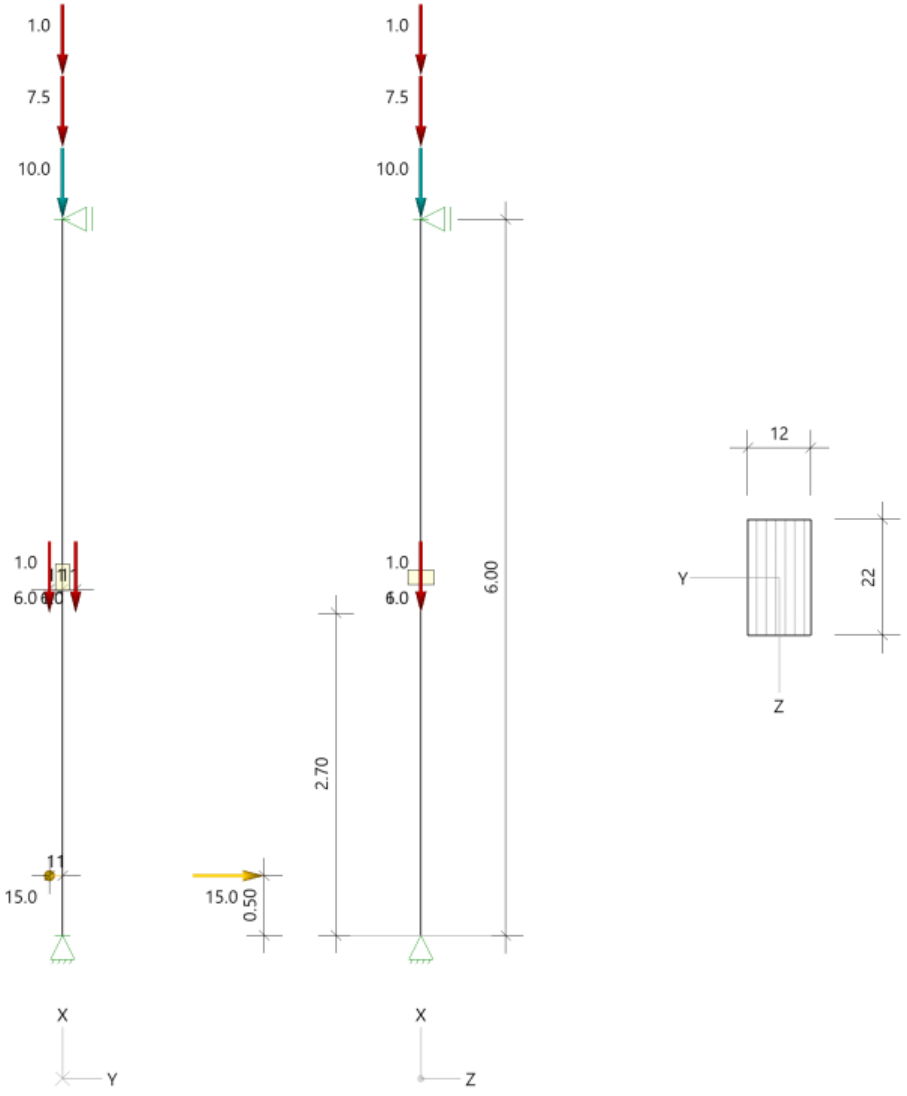
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=6.00m, b/h=12.0/22.0cm, GL24h, NKL 1, EN 14080:2013
Lamellen/Schichten parallel h(z)

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2, ez	L2, ey	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	0.7	6.00			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	10.0	6.00			1.00		
3	2 X	10	7.5	6.00			1.00		
4	2 X	9	1.0	6.00			1.00		
5	2 X	99	6.0	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
6	2 X	5	1.0	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
7	2 X	99	6.0	2.70	e= 0.0	e= -11.0	1.00		
8	2 X	5	1.0	2.70	e= 0.0	e= -11.0	1.00		
9	2 Z	15	15.0	0.50		e= -11.0	1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
Exzentrizitäten ez, ey[cm]
EWG: 99=ständig; 5=Kat. E: Lagerflächen; 9=Windlasten; 10=Schnee H < 1000 m; 15=außergewöhnliche Einwirkungen

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen
Biegeknicken(S) s_k = Systemlängen
Biegedrillknicken(S) s_b = Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 31: Tragfähigkeit, Außergewöhnlich

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=0.50m b/h=12.0/22.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Nx	-25.0			-0.95	26.40	0.04
My	6.88	$k_{m,y}$=0.70		7.10	26.40	0.27
Mz	0.01	$k_{m,z}$=1.00		-0.01	29.04	0.00
N,M						**0.27**
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=12.0/22.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Vz	13.8	k_{cr}=0.71		0.78	3.85	0.28
Vy	0.01	k_{cr}=0.71		0.001	3.85	0.00
Mt	1.51	k_{Shape}=1.09		1.98	3.85	0.47
V,Mt						**0.55**

LK31: 1.00*G1+0.20*S2+0.80*Q5+1.00*A6
Lamellenrichtung || h
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 26: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=0.00m b/h=12.0/22.0cm						
		K_{mod}=0.60	γ_M=1.30			
Nx	-30.6			-1.16	11.08	0.10
N,M						0.10
Nachweis Stabilität x=0.00m b/h=12.0/22.0cm						
		K_{mod}=0.60	γ_M=1.30			
Nx	-30.6	$k_{c,y}$=0.41	$k_{c,z}$=0.13	-1.16	11.08	0.82
N,M						**0.82**

LK26: 1.35*G1
Lamellenrichtung || h
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=94.5 λ_z=173.2 $\lambda_{rel,c,y}$=1.50 $\lambda_{rel,c,z}$=2.76 $\lambda_{rel,m,y}$=0.57 $\lambda_{rel,m,z}$=0.32
Anteil N(g)/N(g+q) = 100%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

Maßgebende Verformungen

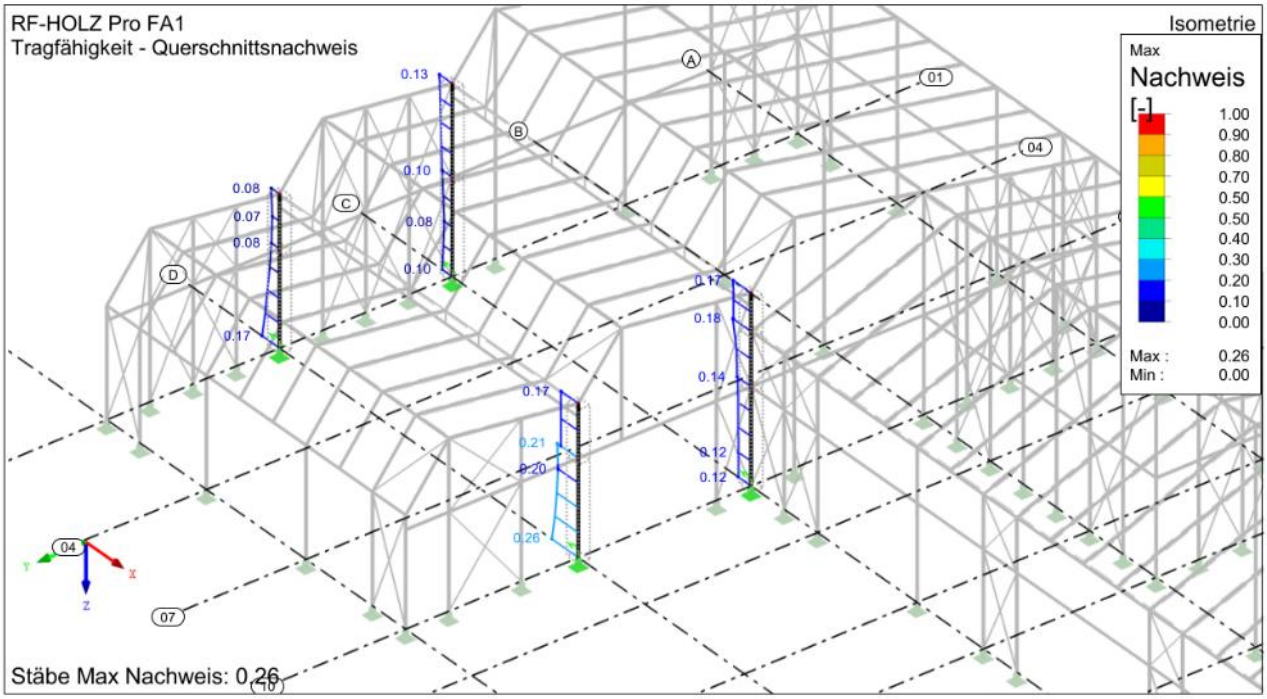
LK	Gz	Situation	Nachweis	x [m]	L [m]	w [cm]	wlim [h/]	wlim [cm]	η
Richtung Y									
46	SLS	selten/charakteris.	FE, inst	4.35	6.00	-0.02	300	2.0	0.01
66	SLS	quasiständig	FE, netfin	4.35	6.00	-0.02	300	2.0	**0.01**
46	SLS	selten/charakteris.	FE, fin	4.35	6.00	-0.02	200	3.0	0.01
15	STR	ständig/vorübergeh.	FE, fin	4.35	6.00	0.05			

Gz(Grenzzustand): SLS(Gebrauchstauglichkeit) STR(Tragfähigkeit)
Nachweis(System): FE(Feld)
inst: Elastisch; fin: Elastisch mit kriechen
Unberücksichtigte Kombinationen: Außergewöhnlich

Nachweis St-10

Gem. LP4-Bericht:

GZT/GZG Nachweis



Kein weiterer Nachweis der Anpralleinwirkung von 15 kN auf 0,5 m ü. OK FF EG aufgrund max. Ausnutzung von 26%.

Nachweis St-12 und St-14

Es wird nur der ungünstigste Fall nachgewiesen.
- Keine Auflast (Überdrückung vermeiden)
- Modellierung als Pendelstütze mit Länge L = 2,7 m
- NH C24 mit b/h = 16/22 cm

Position: Bereich-B_St-09_11_12_14 Bemessung auf Anprall

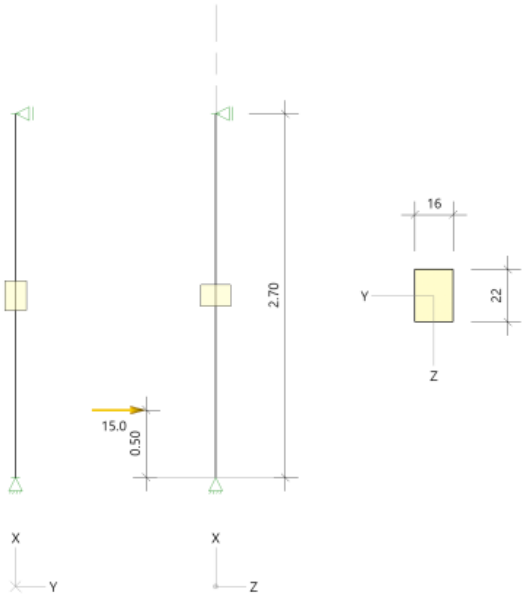
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=2.70m, b/h=16.0/22.0cm, C24, NKL 1, EN 338:2016

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2	L2	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	0.4	2.70			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 Z	15	15.0	0.50			1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
EWG: 99=ständig; 15=außergewöhnliche Einwirkungen

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen

Biegeknicken(S)	s_k	=	Systemlängen
Biegedrillknicken(S)	s_b	=	Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 2: Tragfähigkeit, Außergewöhnlich

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=0.50m b/h=16.0/22.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Nx	-0.4			-0.01	23.10	0.00
My	6.11	$k_{m,y}$=1.00		4.73	26.40	0.18
N,M						**0.18**
Nachweis Stabilität x=0.50m b/h=16.0/22.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Nx	-0.4	$k_{c,y}$=0.87	$k_{c,z}$=0.70	-0.01	23.10	0.00
My	6.11	$k_{crit,y}$=1.00		4.73	26.40	0.18
N,M						**0.18**
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=16.0/22.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Vz	12.2	k_{cr}=0.50		0.52	4.40	0.24
V,Mt						**0.24**

LK2: 1.00*G1+1.00*A2
Knicklänge: s_{ky}=2.70m s_{kz}=2.70m Kipplänge: s_b=2.70m
Schlankheit: λ_y=42.5 λ_z=58.5 $\lambda_{rel,c,y}$=0.72 $\lambda_{rel,c,z}$=0.99 $\lambda_{rel,m,y}$=0.31 $\lambda_{rel,m,z}$=0.19
Anteil N(g)/N(g+q) = 100%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.2 + NA/NCI 3.2

Maßgebende Verformungen

w=0 => η=0 Unberücksichtigte Kombinationen: Außergewöhnlich

Nachweis St-15

Position: St-15_Mittelstütze_Treppe_Anprall_50 cm

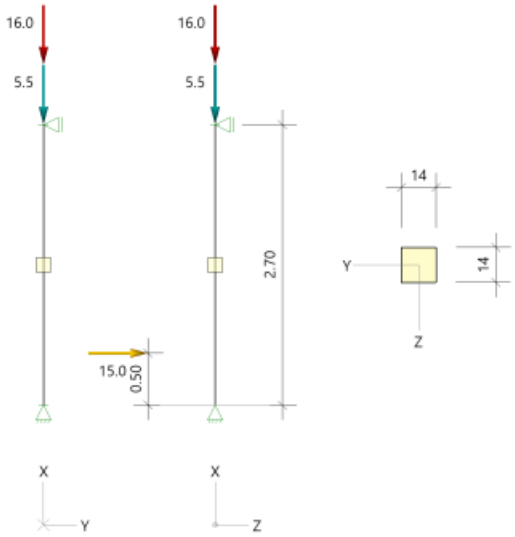
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=2.70m, b/h=14.0/14.0cm, C24, NKL 1, EN 338:2016

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2	L2	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	0.2	2.70			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	5.5	2.70			1.00		
3	2 X	1	16.0	2.70			1.00		
4	2 Z	15	15.0	0.50			1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
EWG: 99=ständig; 1=Kat. A: Wohngebäude; 15=außergewöhnliche Einwirkungen

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen

Biegeknicken(S)	s_k	=	Systemlängen
Biegedrillknicken(S)	s_b	=	Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 3: Tragfähigkeit, Außergewöhnlich

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	$f_{...d}$ [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=0.50m b/h=14.0/14.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Nx	-13.7			-0.70	23.10	0.03
My	6.11	$k_{m,y}$=1.00		13.36	26.77	0.50
N,M						**0.50**
Nachweis Stabilität x=0.50m b/h=14.0/14.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Nx	-13.7	$k_{c,y}$=0.59	$k_{c,z}$=0.59	-0.70	23.10	0.05
My	6.11	$k_{crit,y}$=1.00		13.36	26.77	0.50
N,M						**0.55**
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=14.0/14.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Vz	12.2	k_{cr}=0.50		0.94	4.40	0.43
V,Mt						**0.43**

LK3: 1.00*G1+0.50*Q2+1.00*A3
Knicklänge: s_{ky}=2.70m s_{kz}=2.70m Kipplänge: s_b=2.70m
Schlankheit: λ_y=66.8 λ_z=66.8 $\lambda_{rel,c,y}$=1.13 $\lambda_{rel,c,z}$=1.13 $\lambda_{rel,m,y}$=0.29 $\lambda_{rel,m,z}$=0.29
Anteil N(g)/N(g+q) = 59%; ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.2 + NA/NCI 3.2

Maßgebende Verformungen

w=0 => η=0 Unberücksichtigte Kombinationen: Außergewöhnlich

Nachweis St-16

Position: St-16_Randstütze_Treppe_Anprall_50 cm

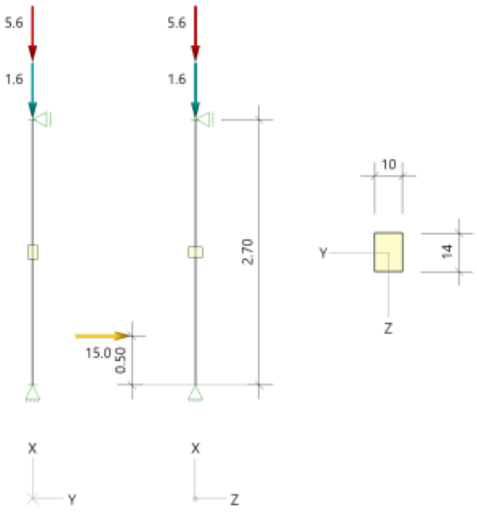
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=2.70m, b/h=10.0/14.0cm, C24, NKL 1, EN 338:2016

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2	L2	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	0.2	2.70			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	1.6	2.70			1.00		
3	2 X	1	5.6	2.70			1.00		
4	2 Z	15	15.0	0.50			1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
EWG: 99=ständig; 1=Kat. A: Wohngebäude; 15=außergewöhnliche Einwirkungen

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen

Biegeknicken(S)	s_k =	Systemlängen
Biegedrillknicken(S)	s_b =	Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 3: Tragfähigkeit, Außergewöhnlich

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	$f_{...,d}$ [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=0.50m b/h=10.0/14.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Nx	-4.6			-0.33	23.10	0.01
My	6.11	$k_{m,y}$=1.00		18.71	26.77	0.70
N,M						**0.70**
Nachweis Stabilität x=0.50m b/h=10.0/14.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Nx	-4.6	$k_{c,y}$=0.59	$k_{c,z}$=0.34	-0.33	23.10	0.02
My	6.11	$k_{crit,y}$=1.00		18.71	26.77	0.70
N,M						**0.72**
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=10.0/14.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Vz	12.2	k_{cr}=0.50		1.31	4.40	0.60
V,Mt						**0.60**

LK3: 1.00*G1+0.50*Q2+1.00*A3
Knicklänge: s_{ky}=2.70m s_{kz}=2.70m Kipplänge: s_b=2.70m
Schlankheit: λ_y=66.8 λ_z=93.5 $\lambda_{rel,c,y}$=1.13 $\lambda_{rel,c,z}$=1.59 $\lambda_{rel,m,y}$=0.40 $\lambda_{rel,m,z}$=0.25
Anteil N(g)/N(g+q) = 57%; ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.2 + NA/NCI 3.2

Maßgebende Verformungen

w=0 => η=0 Unberücksichtigte Kombinationen: Außergewöhnlich

VI.2. Nachweise Anprall auf +0,35 m ü. OK FF EG

Bemessung St-03 (Anprall)

Position: St-03_Anprall

Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

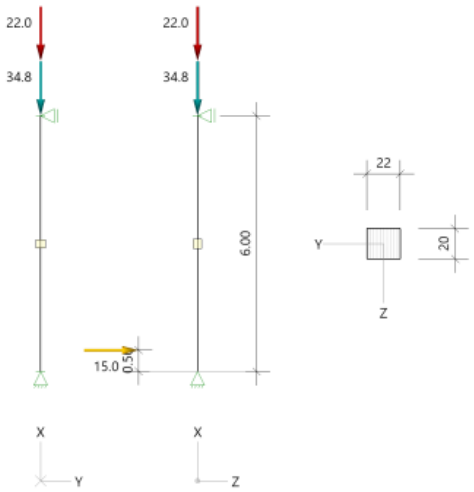
System

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

Freilager

Systembild 2D



System

Pendelstütze, H=6.00m, b/h=22.0/20.0cm, GL24h, NKL 2, EN 14080:2013
Lamellen/Schichten parallel h(z)

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2	L2	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	1.1	6.00			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	34.8	6.00			1.00		
3	2 X	1	22.0	6.00			1.00		
4	2 Z	15	15.0	0.50			1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
EWG: 99=ständig; 1=Kat. A: Wohngebäude; 15=außergewöhnliche Einwirkungen

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen

Biegeknicken(S)	s_k =	Systemlängen
Biegedrillknicken(S)	s_b =	Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 3: Tragfähigkeit, Außergewöhnlich

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=0.50m b/h=22.0/20.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Nx	-46.9			-1.07	26.40	0.04
My	6.88	$k_{m,y}$=1.00		4.69	31.68	0.15
N,M						**0.15**
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=22.0/20.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Vz	13.8	k_{cr}=0.71		0.47	3.85	0.17
V,Mt						**0.17**

LK3: 1.00*G1+0.50*Q2+1.00*A3
Lamellenrichtung || h
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 1: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=1.88m b/h=22.0/20.0cm						
		K_{mod}=0.80	γ_M=1.30			
Nx	-81.5			-1.85	14.77	0.13
N,M						0.13
Nachweis Stabilität x=1.88m b/h=22.0/20.0cm						
		K_{mod}=0.80	γ_M=1.30			
Nx	-81.5	$k_{c,y}$=0.19	$k_{c,z}$=0.23	-1.85	14.77	0.65
N,M						**0.65**

LK1: 1.35*G1+1.50*Q2
Lamellenrichtung || h
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=103.9 λ_z=94.5 $\lambda_{rel,c,y}$=2.22 $\lambda_{rel,c,z}$=2.02 $\lambda_{rel,m,y}$=0.50 $\lambda_{rel,m,z}$=0.52
Anteil N(g)/N(g+q) = 72%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.80
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

Maßgebende Verformungen

w=0 => η=0 Unberücksichtigte Kombinationen: Außergewöhnlich

VI.3. Nachweis Anprall auf +0,2 m ü. OK FF EG

Nachweis St-04-B

Position: St-04-B_Anprall_20 cm

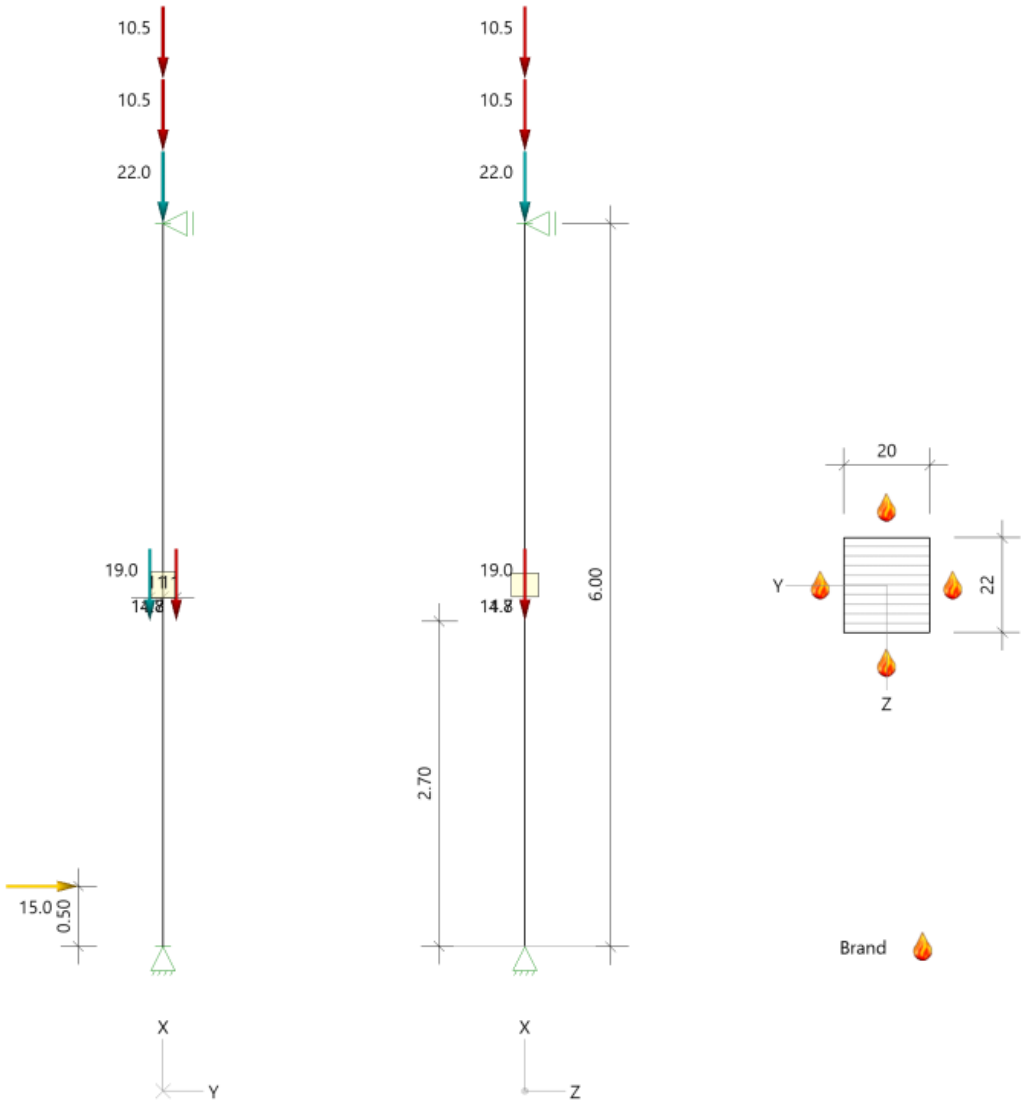
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=6.00m, b/h=20.0/22.0cm, GL24h, NKL 1, EN 14080:2013
Lamellen/Schichten parallel b(y)

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2, ez	L2, ey	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	1.1	6.00			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	99	22.0	6.00			1.00		
3	2 X	10	10.5	6.00			1.00		
4	2 X	9	10.5	6.00			1.00		
5	2 X	99	14.7	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
6	2 X	5	11.8	2.70	e= 0.0	e= 11.0	1.00		
7	2 X	99	19.0	2.70	e= 0.0	e= -11.0	1.00		
8	2 Y	15	15.0	0.50			1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
Exzentrizitäten ez, ey[cm]
EWG: 99=ständig; 5=Kat. E: Lagerflächen; 9=Windlasten; 10=Schnee H < 1000 m; 15=außergewöhnliche Einwirkungen

Im Brandfall

Brandschutz

Feuerwiderstand	30 min
Brandbeanspruchung Seite	links, rechts, oben, unten

Abbrand

Abbrand Querschnitte Brettschichtholz

			Links	Rechts	Oben	Unten
Abbrandtiefe gesamt	d_{char}	[mm]	21.0	21.0	21.0	21.0
Abbrandrate(Durchschnitt)	β	[mm/min]	0.700	0.700	0.700	0.700

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen
Biegeknicken(S) s_k = Systemlängen
Biegedrillknicken(S) s_b = Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 7: Tragfähigkeit, ständig/vorübergehend

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	$f_{...d}$ [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=0.00m b/h=20.0/22.0cm						
Nx	-94.4	K_{mod}=0.70	γ_M=1.30	-2.15	12.92	0.17
N,M						**0.17**
Nachweis Stabilität x=2.70m b/h=20.0/22.0cm						
		K_{mod}=0.70	γ_M=1.30			
Nx	-94.4	$k_{c,y}$=0.41	$k_{c,z}$=0.34	-2.15	12.92	0.49
Mz	-0.59	$k_{crit,z}$=1.00		0.40	15.51	0.03
N,M						**0.51**

LK7: 1.35*G1+1.50*Q4
Lamellenrichtung || b
Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m
Schlankheit: λ_y=94.5 λ_z=103.9 $\lambda_{rel,c,y}$=1.50 $\lambda_{rel,c,z}$=1.65 $\lambda_{rel,m,y}$=0.39 $\lambda_{rel,m,z}$=0.37
Anteil N(g)/N(g+q) = 96%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

LK 16: Tragfähigkeit, Außergewöhnlich

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=20.0/22.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Vy	13.8	k_{cr}=0.71		0.47	3.85	0.17
V,Mt						**0.17**
LK16: 1.00*G1+0.20*W3+1.00*A5 Lamellenrichtung || b Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3						

LK 33: Tragfähigkeit, Brand

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=0.00m GV:b/h=15.8/17.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.88	$k_{mod,c}$=0.81	k_{fi}=1.15		
Nx	-68.3			-2.43	22.32	0.11
N,M						**0.11**
Nachweis Stabilität x=2.70m GV:b/h=15.8/17.8cm						
		$k_{mod,M}$=0.88	$k_{mod,c}$=0.81	k_{fi}=1.15		
Nx	-68.3	$k_{c,y}$=0.31	$k_{c,z}$=0.25	-2.43	22.32	0.44
Mz	-0.25	$k_{crit,z}$=1.00		0.34	29.16	0.01
N,M						**0.45**
LK33: 1.00*G1+0.20*W3+0.80*Q4 Lamellenrichtung || b Knicklänge: s_{ky}=6.00m s_{kz}=6.00m Kipplänge: s_b=6.00m Schlankheit: λ_y=116.8 λ_z=131.5 $\lambda_{rel,c,y}$=1.74 $\lambda_{rel,c,z}$=1.96 $\lambda_{rel,m,y}$=0.43 $\lambda_{rel,m,z}$=0.40 Anteil N(g)/N(g+q) = 94%(NCI NA.5.9); ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.60 GV=genaues Verfahren; VV=Vereinfachtes Verfahren Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3 + EN 1995-1-2 Tab.2.2						

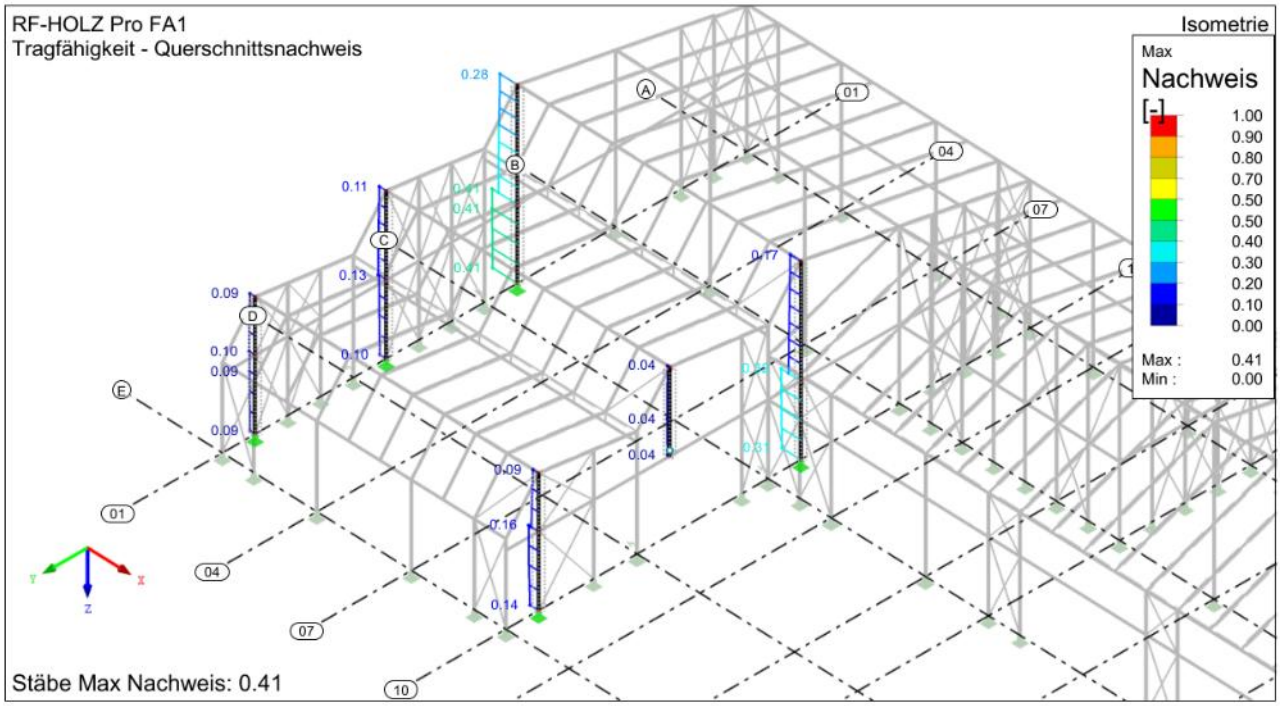
Maßgebende Verformungen

LK	Gz	Situation	Nachweis	x [m]	L [m]	w [cm]	wlim [h/]	wlim [cm]	η
Richtung Y									
19	SLS	selten/charakteris.	FE, inst	4.35	6.00	0.03	300	2.0	0.01
31	SLS	quasiständig	FE, netfin	4.35	6.00	0.03	300	2.0	**0.01**
19	SLS	selten/charakteris.	FE, fin	4.35	6.00	0.04	200	3.0	0.01
1	STR	ständig/vorübergeh.	FE, fin	4.35	6.00	0.1			
Gz(Grenzzustand): SLS(Gebrauchstauglichkeit) STR(Tragfähigkeit) Nachweis(System): FE(Feld) inst: Elastisch; fin: Elastisch mit kriechen Unberücksichtigte Kombinationen: Brand, Außergewöhnlich									

Nachweis St-09

Ausnutzung gem. Globalmodell:

GZT Nachweis

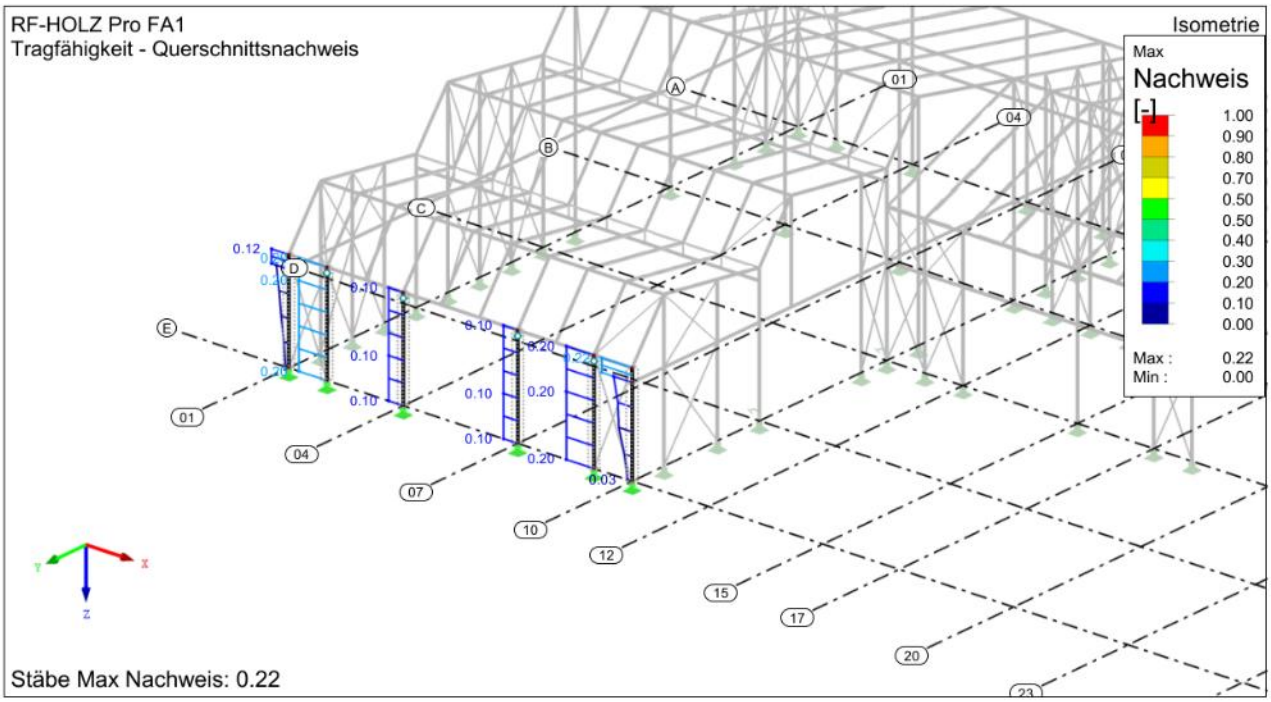


Kein weiterer Nachweis der Anpralleinwirkung von 15 kN auf 0,2 m ü. OK FF EG aufgrund max. Ausnutzung von 41% im GZT (ständig/vorübergehend).

Nachweis St-11

Gem. LP4-Bericht:

GZT/GZG Nachweis



Kein weiterer Nachweis der Anpralleinwirkung von 15 kN auf 0,2 m ü. OK FF EG aufgrund max. Ausnutzung von 22% im GZT (ständig/vorübergehend).

Nachweis St-13

Position: St-13_Anprall_20 cm

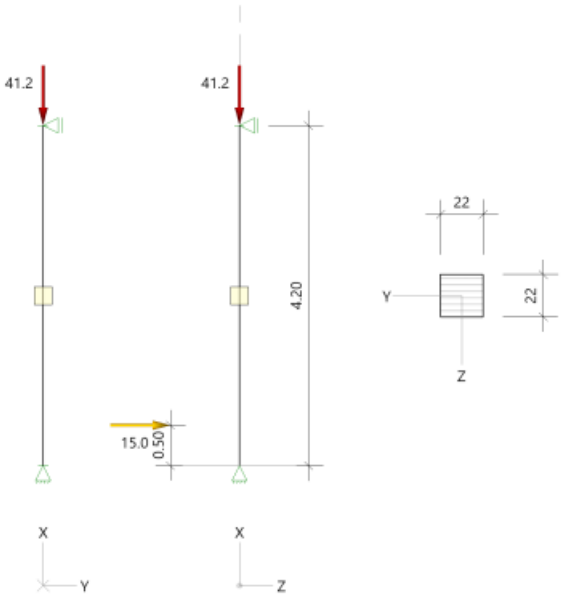
Holzstütze (x64) HO1+ 01/2025A (FRILO R-2025-1/P07)

System

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



System

Pendelstütze, H=4.20m, b/h=22.0/22.0cm, GL24h, NKL 2, EN 14080:2013
Lamellen/Schichten parallel b(y)

Lasten

Liste der Lasten

Nr	Typ	EWG	Q1	a1	Q2	L2	Fak	Grp	Info
1	2 X	99	0.9	4.20			1.00		AUTO_G_Mat
2	2 X	1	41.2	4.20			1.00		
3	2 Z	15	15.0	0.50			1.00		

Typ: 2 = Einzellast: Q1[kN] bei a1[m]; a1 = Abstand von Fußpunkt
EWG: 99=ständig; 1=Kat. A: Wohngebäude; 15=außergewöhnliche Einwirkungen

Bemessung / Nachweis

Knick- u. Kipplängen

Berechnung Knick- u. Kipplängen

Biegeknicken(S)	s_k	=	Systemlängen
Biegedrillknicken(S)	s_b	=	Systemlängen

(S) Berechnung über Abstände der starren Lager

ZRS Ingenieure GmbH
Schlesische Str. 26 Tel.: 030/39800950
10997 Berlin E-Mail: seiler@zrs-berlin.de

Projekt: LP5
Position: St-13_Anprall_20 cm
11.03.2026

Bemessungsergebnisse maßgebende Kombinationen (Kurzausgabe)

LK 3: Tragfähigkeit, Außergewöhnlich

Querschnitt	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte		σ,τ [N/mm²]	$f_{...d}$ [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt x=0.50m b/h=22.0/22.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Nx	-21.5			-0.44	26.40	0.02
My	6.61	$k_{m,y}$=1.00		3.72	29.04	0.13
N,M						**0.13**
Nachweis Stabilität x=0.50m b/h=22.0/22.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Nx	-21.5	$k_{c,y}$=0.72	$k_{c,z}$=0.72	-0.44	26.40	0.02
My	6.61	$k_{crit,y}$=1.00		3.72	29.04	0.13
N,M						**0.15**
Nachweis Schub und Torsion x=0.00m b/h=22.0/22.0cm						
		K_{mod}=1.10	γ_M=1.00			
Vz	13.2	k_{cr}=0.71		0.41	3.85	0.15
V,Mt						**0.15**

LK3: 1.00*G1+0.50*Q2+1.00*A3
Lamellenrichtung || b
Knicklänge: s_{ky}=4.20m s_{kz}=4.20m Kipplänge: s_b=4.20m
Schlankheit: λ_y=66.1 λ_z=66.1 $\lambda_{rel,c,y}$=1.05 $\lambda_{rel,c,z}$=1.05 $\lambda_{rel,m,y}$=0.30 $\lambda_{rel,m,z}$=0.32
Anteil N(g)/N(g+q) = 33%; ψ2(LF, σ_{max})= 0.00; K_{def}= 0.80
Festigkeiten modifiziert nach EN 1995-1-1 Abs.3.3 + NA/NCI 3.3

Maßgebende Verformungen

w=0 => η=0 Unberücksichtigte Kombinationen: Außergewöhnlich

VII. Gründung

VII.1. Änderungen Gründungsbauteile

Anpassungen Angaben zum Baugrund

Baunull entspricht OK FF EG: 35,7 m ü. NHN (statt 35,5 m gem. LP4-Bericht)

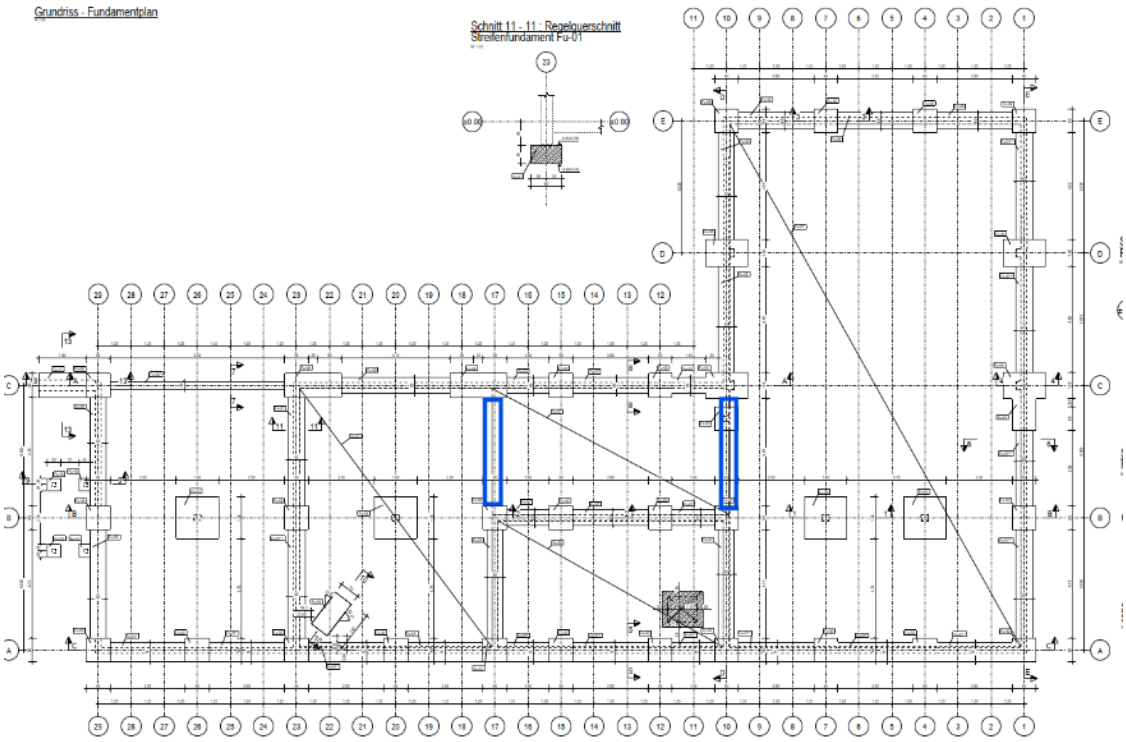
Einbindetiefe Punktfundament

Änderung der Mindesteinbindetiefe im Vgl. zur Statik LP4 von 0,9 m auf 0,8 m. Das betrifft:
- Fu-02 (Geprüft)
- Fu-03 (Geprüft)
- Fu-04 (Geprüft)
- Fu-06 (o. w. Nachweis)

Gründungstiefe allgemein

Die Gründungstiefe ergibt sich aus dem jeweils maßgebenden Kriterium von Mindesthöhe des Gründungskörpers aus statischer Sicht und der Mindesteinbindetiefe in den Baugrund von 80 cm zwecks Frostschutz. Letztere variiert aufgrund der Geländeneigung. Die Sohle der Streifenfundamente entspricht der letztgenannten und ist folglich nicht immer horizontal.

Entfallene Gründungsbauteile gegenüber LP4



Neue Gründungsbauteile

Fundamente für Treppenstützen und -wangen der Außentreppe T-E-01 und T-E-02.

VII.2. Übersicht Aufkantungen

Vorbemerkung

Ziel war es, eine überwiegend einheitliche Unterkante und Oberkante der Gründungskörper zu definieren. Dies wirkt sich im Vergleich zur LP4 auf die Höhe der Aufkantungen aus. Die Fundamente, deren Aufkantungshöhe sich im Vergleich zur LP4 vergrößert hat, werden nachgewiesen, wobei auch Anpralllasten gem. neuem Anprallkonzept berücksichtigt werden. Anprall wird immer in horizontaler Richtung an der Oberkante der Aufkantung angesetzt.

Fu-Oberkante auf 0,5 cm u. GOK	→ Aufkantungshöhe -0,5+45 =	44,5 cm
Fu-Oberkante auf 30 cm ü. GOK	→ Aufkantungshöhe 30+45 =	75 cm
Fu-Oberkante auf 50 cm ü. GOK	→ Aufkantungshöhe 50+45 =	95 cm

Abweichend davon sind die Punktfundamente der Innenstützen:

Fu-Oberkante auf 0,5 cm u. GOK	→ Sockelhöhe -0,5+25=	24,5 cm
Fu-Oberkante auf 0,15 cm ü. GOK	→ Sockelhöhe 15+25=	40 cm

VII.3. Fugen

Details zur Ausführung von Schein- und Raumfugen

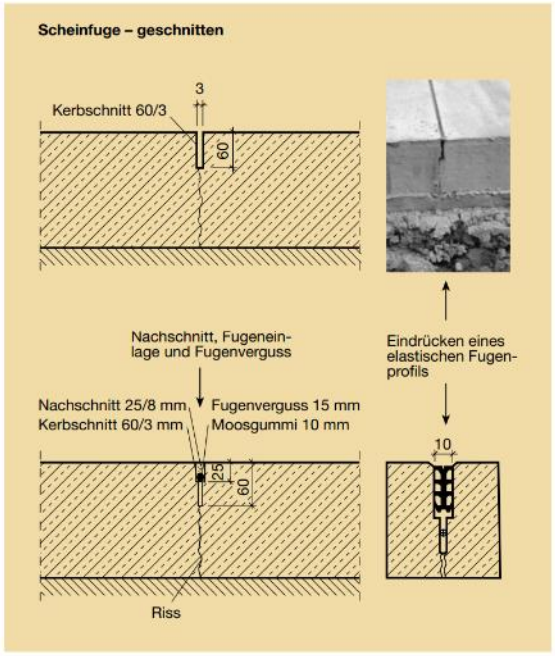


Bild 3: Scheinfugen mit einfacher Fugenkerbe (oben) und mit Nachschnitt und Fugenverschluss (unten) [4]; alternativ mit Fugenprofil (rechts)

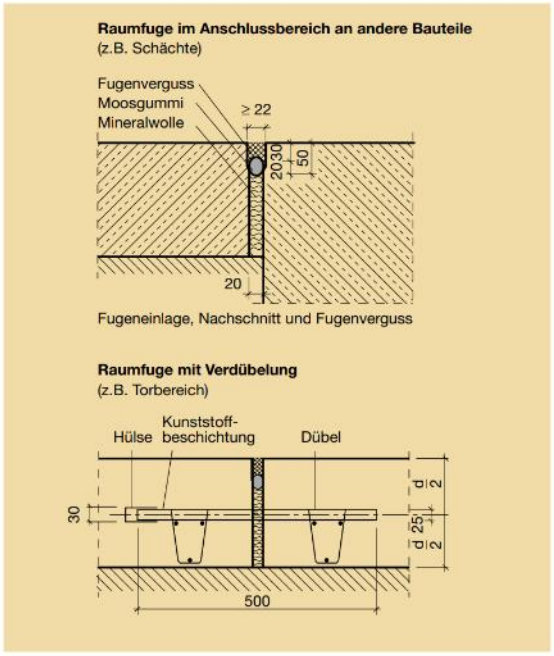


Bild 5: Bewegungsfugen mit Fugeneinlage mit und ohne Verdübelung [4]

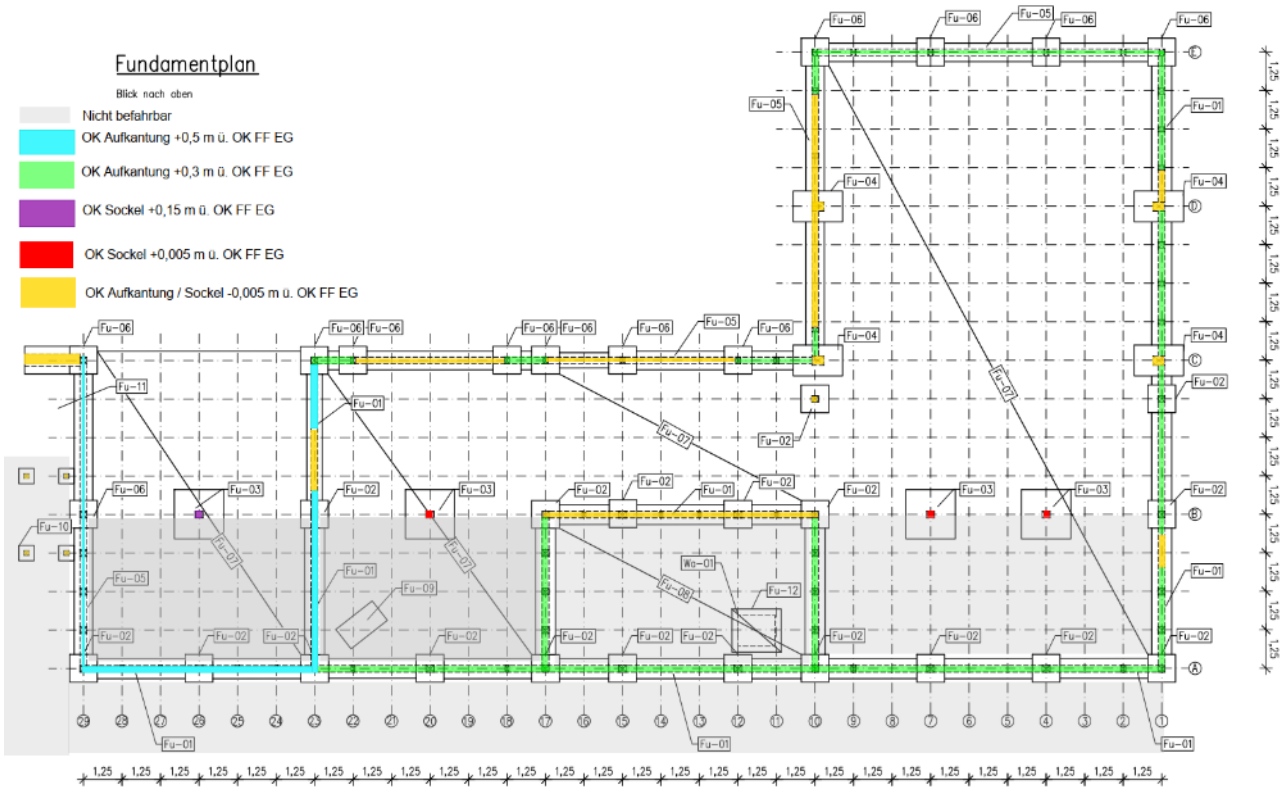
VII.4. Nachweis Fundamente auf Anprall

Vorbemerkung

Der folgende Plan stellt den befahrbaren Bereich des Gebäudes dar. Im Rahmen der LP5 wurde entschieden, auf Anprallschutz in Form von Stahlwinkeln o.ä. zu verzichten und die betroffenen Holzbauteile sowie die zugehörigen Gründungsbauteile auf Anprall zu bemessen. Bei der Stahltreppe wurde nur das Fundament für den unteren Anschluss der Treppenwange sowie die Treppenwange selbst auf Anprall bemessen, da der Bereich der Treppenstützen nicht zugänglich für den Autoverkehr ist.

Lasten

Eine Anpralllast von 15 kN auf einer maximalen Höhe von 50 cm ü. OK FF (≙ Baunull) wurde berücksichtigt. Die Bemessung der Stützen auf Anprall entfällt, wo die Aufkantungshöhe +0,5 m beträgt (s. Plan nachfolgend).



VII.4.1. **Fu-01**

Materialität	Beton C25/30, Betonstahl B500A
Geometrie	Fundament b/h = 65/30 cm; Aufkantung b/h = 22/95 cm
Betondeckung	c_{nom} = 20 mm, XC1 (oben) und c_{nom} = 35 mm, XC2 (unten, seitliche)
Bewehrung	s. FRILO-Ausdruck, Matten oben/unten: Q424A, Bügel ⌀8/20

Vorbemerkung

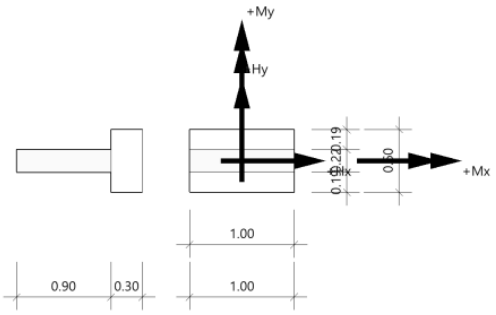
Berücksichtigung der höheren Aufkantung von max. 95 cm.

Position: Fu-01 Anprall_b=60cm Außenachse, Streifen/Nebenachsen, mit Anprall_Aufkantung 95cm

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P07)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	1.00	0.60	0.30
Stütze	C 25/30	B500A	1.00	0.22	0.90

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 499.33 kN/m².

Lasten

Einwirkungen (Ew)

Ew	Name	ψ_0	ψ_1	ψ_2	zugehörige Lastfälle
A	Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30	3
I	Windlasten	0.60	0.20	0.00	4
O	außergewöhnliche Einwirkungen	0.00	0.00	0.00	5
g	ständig	1.00	1.00	1.00	1,2

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Ständige Lasten	65.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	g	Fassade / Innenwände	20.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
3	A	Veränderliche Lasten (Q + S)	50.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	1
4	I	Wind auf Fassade	0.0	0.00	0.00	0.0	1.5	0	1
5	O	Anprall	0.0	0.00	0.00	0.0	15.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament mit Sockel bzw. Stütze 0.378 m³ / 9.45 kN. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt. Außergewöhnliche Lasten werden stets einzeln angesetzt, solange sie nicht durch Gruppendefinitionen zusammengebunden sind.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	A	0,95 bzw. 1 x (1) + 0,95 bzw. 1 x (2) + 0.2 x (4) + 1.0 x (5)
2	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
3	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 1.0 x (4)
4	A	1.1 x (1) + 1.1 x (2) + 0.22 x (4) + 1.0 x (5)
5	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 0.2 x (4) + 1.0 x (5)
6	P	1.35 x (1) + 1.35 x (2)
7	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 0.2 x (4) + 1.0 x (5)
8	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 0.2 x (4) + 1.0 x (5)

BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	2	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	3	0.01
Lagesicherheit	1	0.68
Vereinfachter Nachweis ULS	4	0.99
Neigung der Sohldruckresultierenden	5	0.81
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	8	0.09
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	8	0.07

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{sx,u}$	6	0.4
Biegung $A_{sy,u}$	7	3.4
Biegung $A_{sy,o}$	7	3.4

Lagesicherheit nach DIN 1054:2021 Überlagerung

Nr	bei		m	$M_{Ed,dst}$ kNm	$M_{Ed,st}$ kNm	η
1	x	=	0.50	0.00	44.86	0.00
1	x	=	-0.50	0.00	44.86	0.00
1	y	=	0.30	18.36	26.92	0.68
1	y	=	-0.30	0.00	45.28	0.00

Lagesicherheit: stabilisierende und destabilisierende Momente um Aussenkanten
Die Teilsicherheitsbeiwerte der Überlagerungen sind Lastfallweise konstant.
Die vertikale Erddruckkomponente aus Fundamenteinbindung ist nicht berücksichtigt.

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

$\tan \delta = H/V = 0.16 \leq 0.20$
Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 428.00 kN/m²

σ_{Rd} = 499.33 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden. Erhöhung durch außergewöhnliche Bemessungssituation : $\gamma_{R,p}/\gamma_{R,a}$ = 1,4/1,2 = (116.7 %).

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²		η
4	GEO	A	103.9	0.0	1.00	0.21	491.87	499.33	1	0.99

1 : Erhöhung durch außergewöhnliche Bemessungssituation : $\gamma_{R,p}/\gamma_{R,a}$ = 1,4/1,2 = (116.7 %)

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Klaffende Fuge

Klaffende Fuge nach DIN 1054:2021 Überlagerung

Nr	GZ	BS	N kN	e_x m	e_y m	$a^*/(1/6)$	$b^*/(1/9)$	η_G	$\eta_{G,Q}$
2	SLS	P	94.5	0.00	0.00	0.000/0.167		0.00	
3	SLS	P	94.5	0.00	0.02		0.001/0.111		0.01

$a^*=e_x/b_x+e_y/b_y$ $b^*=(e_x/b_x)^2+(e_y/b_y)^2$

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
6	**0.00**	5.77	0.00	0.00	**0.4**	3.4*	0.0	0.0
7	0.00	**15.51**	0.00	-0.34	0.4	**3.4***	0.0	3.4*

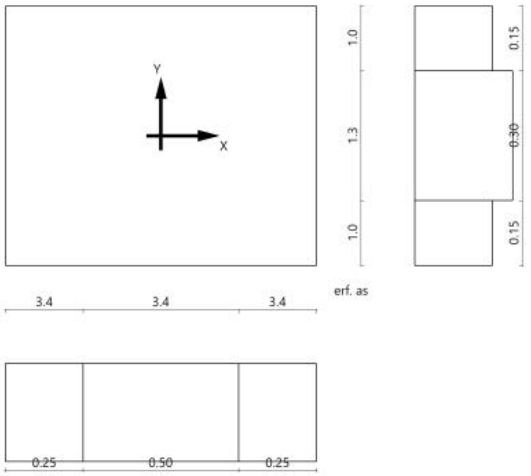
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.5 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 4.5 cm.
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.5 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 4.5 cm.
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

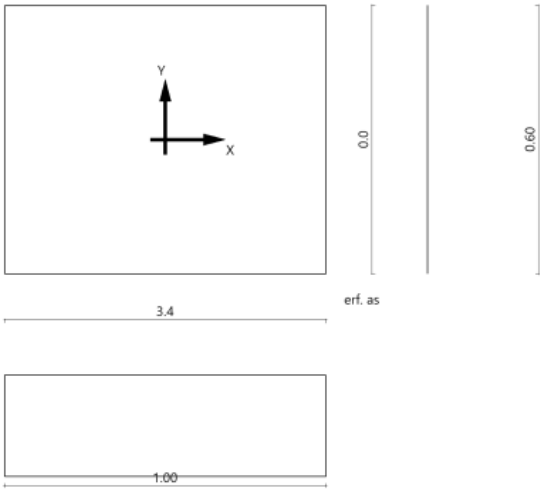
Mindestmomente	$M_{y,min}$	= $\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.125 * 79.7 * 0.60	=	5.98 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=	=		=	0.5 cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	= $\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 79.7 * 1.00	=	9.96 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=	=		=	0.8 cm²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 8

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Berechungsgrundlagen:

Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh}	=	0.06	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β	=	1.10		
Schubspannung	v_{Ed}	=	0.13	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$	=	1.40	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$	=	1.96	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η	=	0.09		
Ausnutzung für Druckstrebe	η	=	0.07		

Keine Bügel erforderlich.

VII.4.2. **Fu-02**

Materialität	Beton C25/30, Betonstahl B500A
Geometrie	Fundament b/d/h = 90/90/60 cm; Sockel b/d/h = 22/30/95 cm
Betondeckung	c_{nom} = 20 mm, XC1 (oben) und c_{nom} = 35 mm, XC2 (unten, seitliche)
Bewehrung	s. FRILO-Ausdruck, Mattenbewehrung oben/unten je Q636A

Vorbemerkung

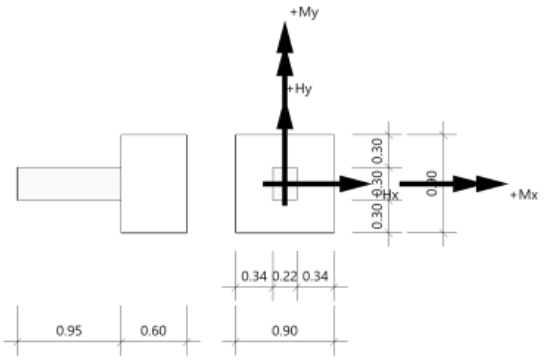
Da der Anprallschutz entfällt, müssen die Beanspruchungen aus Anprall aufgenommen werden. Die Höhe des Sockels des Punktfundaments wurde in der LP5 für den maßgebenden Fall auf b/h/t = 22/30/95 cm spezifiziert, wobei die Aufkantung des anschließenden Streifenfundaments durchläuft (Annahme für ‚h' hier 30 cm, eigentlich durchgängig).

Position: Fu-02 Anprall Außen- & Innenachsen, Hauptachsen, mit Anprall,Sockelhöhe 95 cm

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P07)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	0.90	0.90	0.60
Stütze	C 25/30	B500A	0.22	0.30	0.95

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 499.33 kN/m².

Lasten

Einwirkungen (Ew)

Ew	Name	ψ_0	ψ_1	ψ_2	zugehörige Lastfälle
A	Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30	3
O	außergewöhnliche Einwirkungen	0.00	0.00	0.00	2,4
g	ständig	1.00	1.00	1.00	1

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	80.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	2
2	O	Lastfall 2	0.0	0.00	7.50	15.0	0.0	0	0
3	A	Lastfall 3	70.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	1
4	O	Lastfall 4	0.0	0.00	0.00	15.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament mit Sockel bzw. Stütze 0.549 m³ / 13.72 kN. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt. Außergewöhnliche Lasten werden stets einzeln angesetzt, solange sie nicht durch Gruppendefinitionen zusammengebunden sind.

Flächenlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	h_E m	γ_E kN/m³	q kN/m²	R kN
1	1	0.30	18.00	0.00	4.4[1]

1 : Bruttowert. Bei der Bemessung wird diese Last noch um Köcher bzw. Stütze reduziert.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	A	0,95 bzw. 1 x (1) + 1.0 x (4)
2	A	0,95 bzw. 1 x (1) + 1.0 x (2)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (3)
5	A	1.1 x (1) + 1.0 x (2)
6	A	1.0 x (1) + 1.0 x (4)
7	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
8	P	1.35 x (1) + 1.5 x (3)
9	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
10	A	1.0 x (1) + 1.0 x (4)

BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	2	0.74
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.88
Neigung der Sohldruckresultierenden	6	0.77
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	8	0.05
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	8	0.04

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{sx,u}$	7	5.5
Biegung $A_{sy,u}$	8	5.7
Biegung $A_{sx,o}$	7	5.5

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

$\tan \delta = H/V = 0.15 \leq 0.20$
Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 428.00 kN/m²

σ_{Rd} = 499.33 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden. Erhöhung durch außergewöhnliche Bemessungssituation : $\gamma_{R,p}/\gamma_{R,a}$ = 1,4/1,2 = (116.7 %).

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
5	GEO	A	107.5	0.0	0.27	0.90	441.20	499.33 [1]	0.88

1 : Erhöhung durch außergewöhnliche Bemessungssituation : $\gamma_{R,p}/\gamma_{R,a}$ = 1,4/1,2 = (116.7 %)

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
7	**26.57**	5.95	-1.86	0.00	**5.5***	5.7*	5.5*	0.0
8	18.23	**16.08**	0.00	0.00	5.5*	**5.7***	0.0	0.0

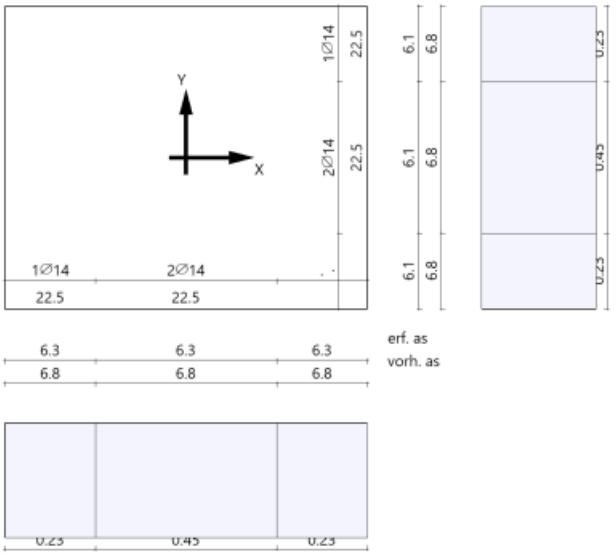
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm.
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm.
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

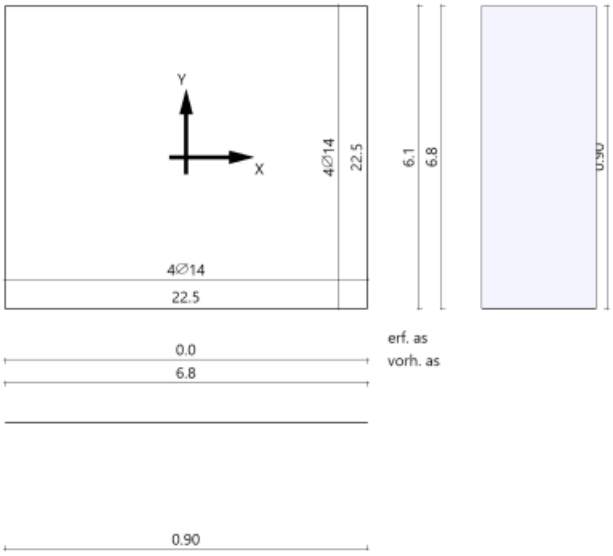
Mindestmomente	$M_{y,min}$	=	$\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.125 * 195.5 * 0.61	=	14.81 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=		=		=	0.6 cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	=	$\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 195.5 * 0.53	=	12.85 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=		=		=	0.5 cm²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 8

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh}	=	0.12	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β	=	1.10		
Schubspannung	v_{Ed}	=	0.14	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$	=	2.55	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$	=	3.58	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η	=	0.05		
Ausnutzung für Druckstrebe	η	=	0.04		

Keine Bügel erforderlich.

VII.4.3. **Fu-03**

Materialität	Beton C25/30, Betonstahl B500A
Geometrie	Fundament b/d/h = 160/160/60 cm; Sockel b/d/h = 22/26/28 cm
Betondeckung	c_{nom} = 20 mm, XC1 (oben) und c_{nom} = 35 mm, XC2 (unten, seitliche)
Bewehrung	Punktfundament, Mattenbewehrung unten und oben Q636A, Bügel Sockel: ⌀8/15

Vorbemerkung

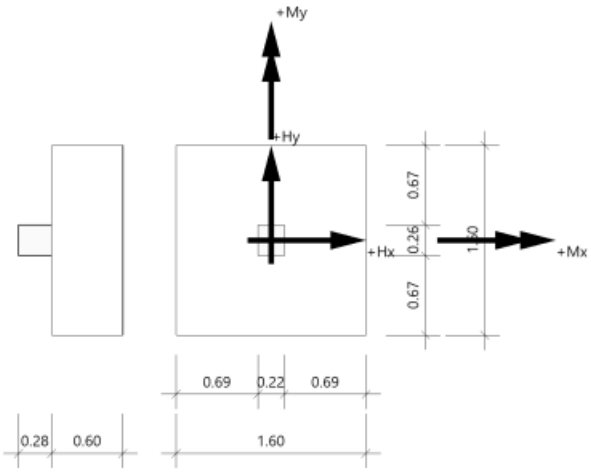
Berücksichtigung der Aufkantungshöhe von 28 cm und der Sockelquerschnitts von b/h = 22/26 cm.

Position: Fu-03 Anprall(1) Innenstützen inkl. Anprall,Aufkantungshöhe 28 cm

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P07)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	1.60	1.60	0.60
Stütze	C 25/30	B500A	0.22	0.26	0.28

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 428.00 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Ständige Lasten	80.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	2
2	A	Nutzlasten (Q + S + W)	70.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	1
3	O	Anprall	0.0	0.00	0.00	15.0	0.0	0	1
4	g	Ständige Lasten, abgemeindert	25.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	2

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament mit Sockel bzw. Stütze 1.552 m³ / 38.80 kN. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt. Außergewöhnliche Lasten werden stets einzeln angesetzt, solange sie nicht durch Gruppendefinitionen zusammengebunden sind.

Flächenlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	h_E m	γ_E kN/m³	q kN/m²	R kN
1	1, 4	0.20	24.00	0.00	12.3[1]

1 : Bruttowert. Bei der Bemessung wird diese Last noch um Köcher bzw. Stütze reduziert.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	A	1.0 x (3) + 0,95 bzw. 1 x (4)
2	P	1.0 x (1)
3	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
4	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
5	A	1.0 x (3) + 1.0 x (4)
6	A	1.0 x (3) + 1.0 x (4)

BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	2	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
Lagesicherheit	1	0.23
Vereinfachter Nachweis ULS	4	0.26
Neigung der Sohldruckresultierenden	5	0.99
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	4	0.09
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	4	0.06

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{sx,u}$	4	9.8
Biegung $A_{sy,u}$	4	10.1
Biegung $A_{sx,o}$	6	9.8

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

$\tan \delta = H/V = 0.20 \leq 0.20$
Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 428.00 kN/m²

σ_{Rd} = 428.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
4	GEO	P	281.6	0.0	1.60	1.60	110.00	428.00	0.26

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
4	**36.76**	35.69	0.00	0.00	**9.8***	10.1*	0.0	0.0
6	10.91	4.20	**-1.56**	0.00	9.8*	10.1*	**9.8***	0.0

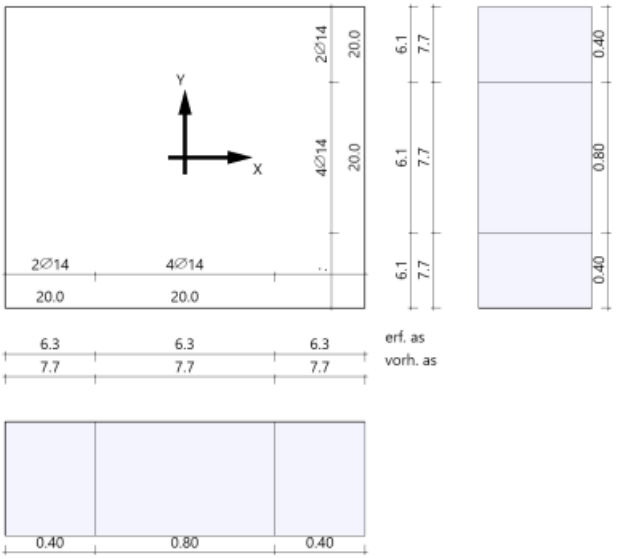
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm.
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm.
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min}$	=	$\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.125 * 208.2 * 0.81	=	21.14 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=		=		=	0.8 cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	=	$\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 208.2 * 0.77	=	20.09 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=		=		=	0.8 cm²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



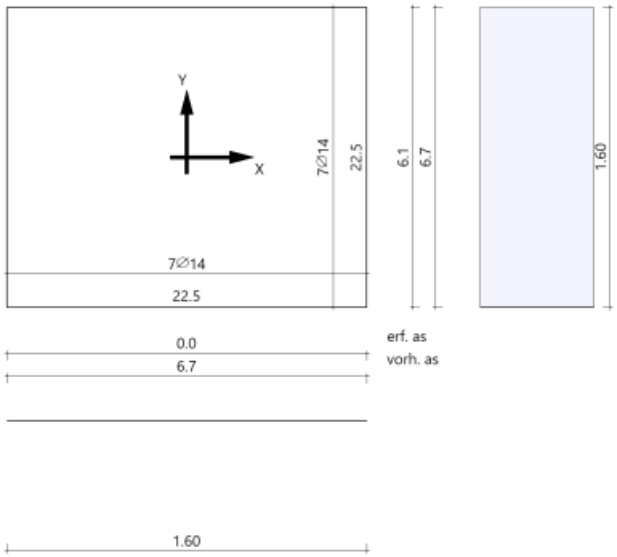
Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrung unten mit Matte Q636A, an den Rändern nach oben geführt

Längs: $a_{s,erf}$ = 6,3 cm²/m → Mattenbewehrung Q636A: as,vorh = 6,36 cm²/m

Quer: $a_{s,erf}$ = 6,3 cm²/m → Mattenbewehrung Q636A: as,vorh = 6,28 cm²/m

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 4

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh}	=	0.14	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β	=	1.10		
Schubspannung	v_{Ed}	=	0.12	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$	=	1.42	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$	=	1.98	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η	=	0.09		
Ausnutzung für Druckstrebe	η	=	0.06		

Keine Bügel erforderlich.

Gewählte Mattenbewehrung → wie oben: Q636A

VII.4.4. **Fu-04**

Materialität	Beton C25/30, Betonstahl B500A
Geometrie	Fundament b/d/h = 100/160/85 cm; Sockel b/d/h = 28/40/45 cm
Betondeckung	c_{nom} = 20 mm, XC1 (oben) und c_{nom} = 35 mm, XC2 (unten, seitliche)
Bewehrung	Matten oben und unten: Q636A

Vorbemerkung

Berücksichtigung eines Sockels b/h/t = 28/40/45 cm, wobei 45 cm die Aufkantungshöhe sind. Die Oberkante des Sockels ist ungefähr auf der OK FFB (konservative Annahme). Da eine Einspannung vorliegt, werden sowohl Horizontalkraft als auch das resultierende Moment berücksichtigt.

H_A = 15,0 kN M_A = 15,0 kN*0,5 m = 7,5 kNm

Die ständige und die außergewöhnliche Bemessungssituation werden separat nachgewiesen.

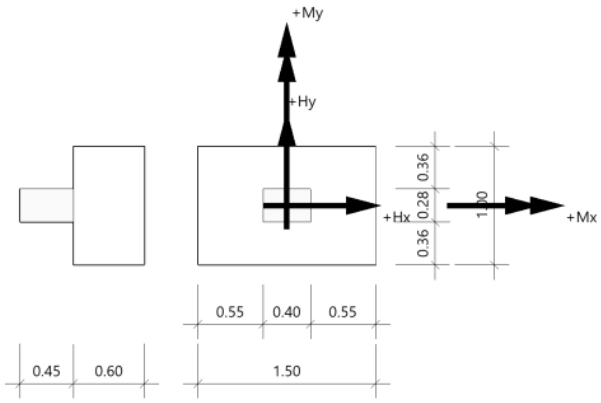
Ständig (Lasten gem. LP4-Bericht aber mt geometrischen Anpassungen des Sockels) – *nicht maßgebend*

Position: Fu-04 Rahmenstützen,Aufkantungshöhe 45 cm

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P07)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	1.50	1.00	0.60
Stütze	C 25/30	B500A	0.40	0.28	0.45

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 428.00 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - Bemessungswerte

Nr	Bezeichnung	N kN	M_{xI} kNm	M_{xII} kNm	M_{yI} kNm	M_{yII} kNm	H_{xI} kN	H_{xII} kN	H_{yI} kN	H_{yII} kN	Red N^1	Red MH^1	BS [2]	GZ
1	Lastfall 1	110.0	0.00	0.00	25.00	25.00	8.0	8.0	0.0	0.0	1.40	1.40	BSP	STR
2	Lastfall 2	30.0	0.00	0.00	25.00	25.00	8.0	8.0	0.0	0.0	1.40	1.40	BSP	STR

1 : Reduktionsfaktoren N für vertikale Lasten und MH für Momente und horizontale Lasten, verwendet für das Erzeugen fehlender Grenzzustände.
2 : BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich E: Erdbeben T: vorübergehend

Sollte für einen Nachweis ein Lastfall nicht im erforderlichen Grenzzustand vorliegen, so wird ein Lastfall mit gleicher Bezeichnung und gefordertem Grenzzustand verwendet. Liegt kein korrespondierender Lastfall vor, so wird unter Verwendung der Reduktionsfaktoren ein Lastfall erzeugt. Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament mit Sockel bzw. Stütze 0.950 m³ / 23.76 kN. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Flächenlasten

Nr	wirksam in Lastfall	Einwirkung	h_E m	γ_E kN/m³	q kN/m²	R kN
1	1, 2	Bemessungswert	0.20	24.00	0.00	7.2[1]

1 : Bruttowert. Bei der Bemessung wird diese Last noch um Köcher bzw. Stütze reduziert.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Lastfall I	η I	Lastfall II	η II
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	0[1]	0.00	0[1]	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	2[2]	0.91	2[2]	0.91
Lagesicherheit	2[2]	0.77	2[2]	0.77
Vereinfachter Nachweis ULS	1[2]	0.33		
Neigung der Sohldruckresultierenden	2[2]	0.57	2[2]	0.57
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$			2	0.05
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$			2	0.04

1 : Es sind keine maßgebenden Ergebnisse vorhanden.
2 : Bzw. korrespondierender Lastfall mit gleicher Bezeichung.

Übersicht Bewehrung

Art	Lastfall	cm²
Biegung $A_{sx,u}$	1[1]	6.1
Biegung $A_{sy,u}$	1[1]	9.5
Biegung $A_{sx,o}$	2[1]	6.1

1 : Bzw. korrespondierender Lastfall mit gleicher Bezeichung.

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden Theorie 1. Ordnung

$\tan \delta = H/V = 0.11 \leq 0.20$
Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 428.00 kN/m²

σ_{Rd} = 428.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Ergebnislastfall

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
1I	GEO	P	148.7	0.0	1.05	1.00	141.06	428.00	0.33

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Ergebnislastfälle

LF	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
1 [1]	**31.92**	9.99	0.00	0.00	**6.1***	9.5*	0.0	0.0
2	24.70	2.76	**-7.04**	0.00	6.1*	9.5*	**6.1***	0.0

*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

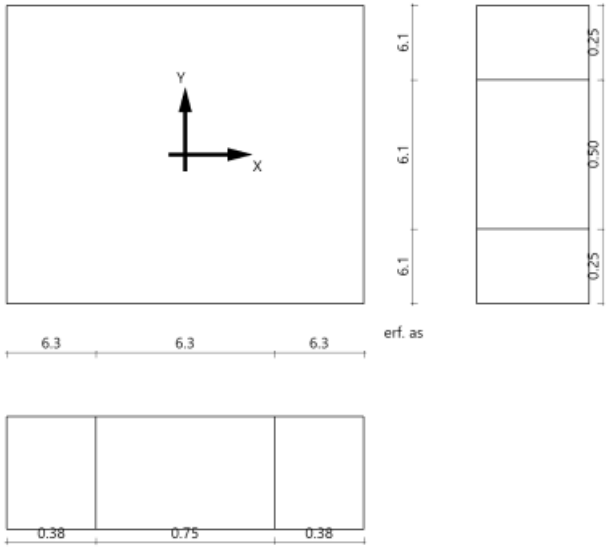
1 : Bzw. korrespondierender Lastfall mit gleicher Bezeichung.

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm.
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm.
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

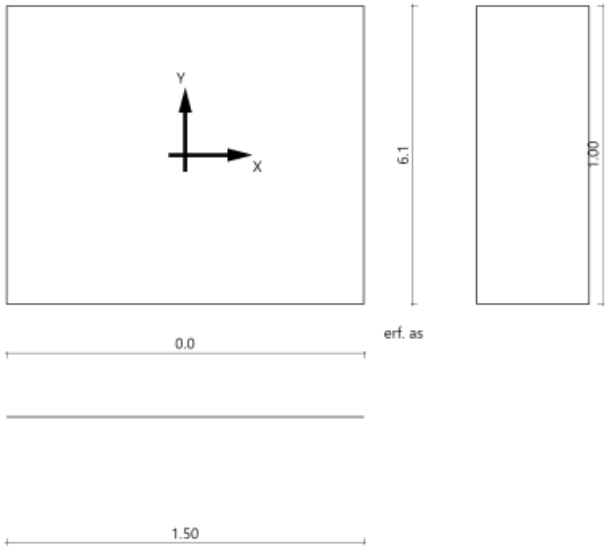
Mindestmomente	$M_{y,min}$ =	$\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.125 * 32.2 * 1.00	=	4.03 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$ =		=		=	0.2 cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$ =	$\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 32.2 * 1.50	=	6.04 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$ =		=		=	0.2 cm²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Lastfall 2

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh}	= 0.11	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β	= 1.48		
Schubspannung	v_{Ed}	= 0.04	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$	= 0.71	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$	= 0.99	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η	= 0.05		
Ausnutzung für Druckstrebe	η	= 0.04		

Keine Bügel erforderlich.

Querkraft

Querkraftnachweis - Bemessung als Platte

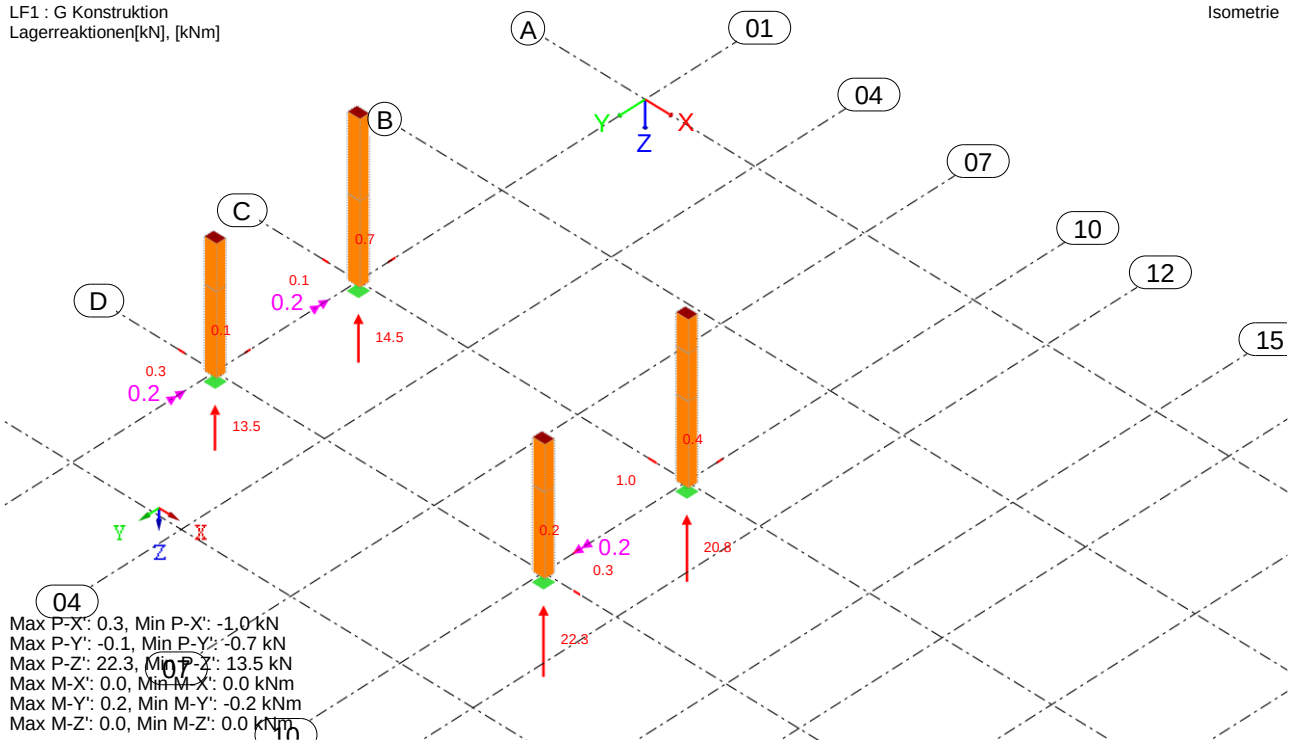
Nr	Seite	bei	m	V_{Ed} kN/m	$A_{s,l}$ cm²/m	$V_{Rd,c}$ kN/m	$V_{Rd,max}$ kN/m	$A_{s,w}$ cm²/m²	$s_{w,max}$ cm
2	links	x =	-0.75	0.00	6.1	195.35	1533.98	0.0	42.0
2	rechts	x =	0.75	0.00	6.1	195.35	1533.98	0.0	42.0

Der Schubbemessungspunkt x bzw. y bezieht sich auf die Fundamentachse.

<u>Außergewöhnlich (Lasten gem. RFEM-Modell für Eigengewicht und Ausbau und Einwirkungen aus Anprall wie oben beschrieben).</u>

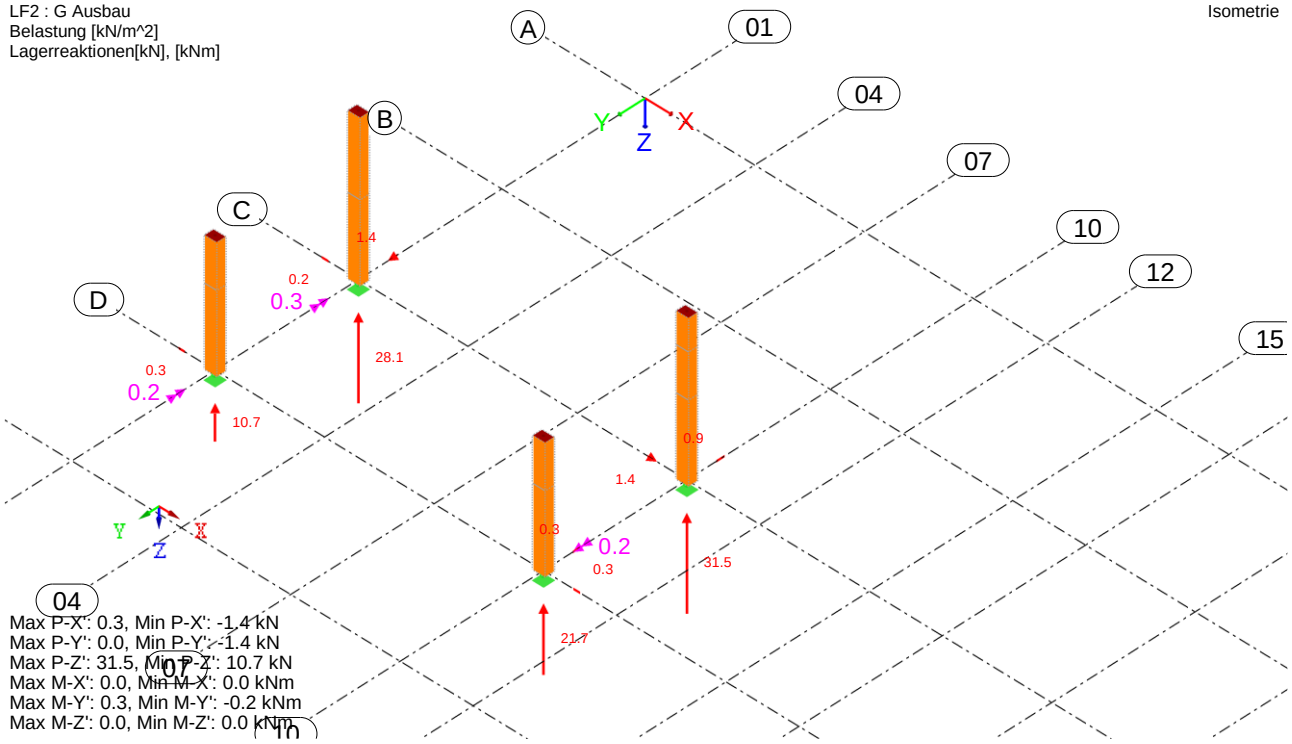
Die minimale Drucklastbeanspruchung wird gesucht für den Anprallnachweis, da aufstehende Lasten günstig wirken.

N_{min} = LF1 + LF2 + LF3 = 13,5 kN + 10,7 kN + 0,3 kN = **<u>24,5 kN</u>**



LF2 : G Ausbau
Belastung [kN/m^2]
Lagerreaktionen[kN], [kNm]

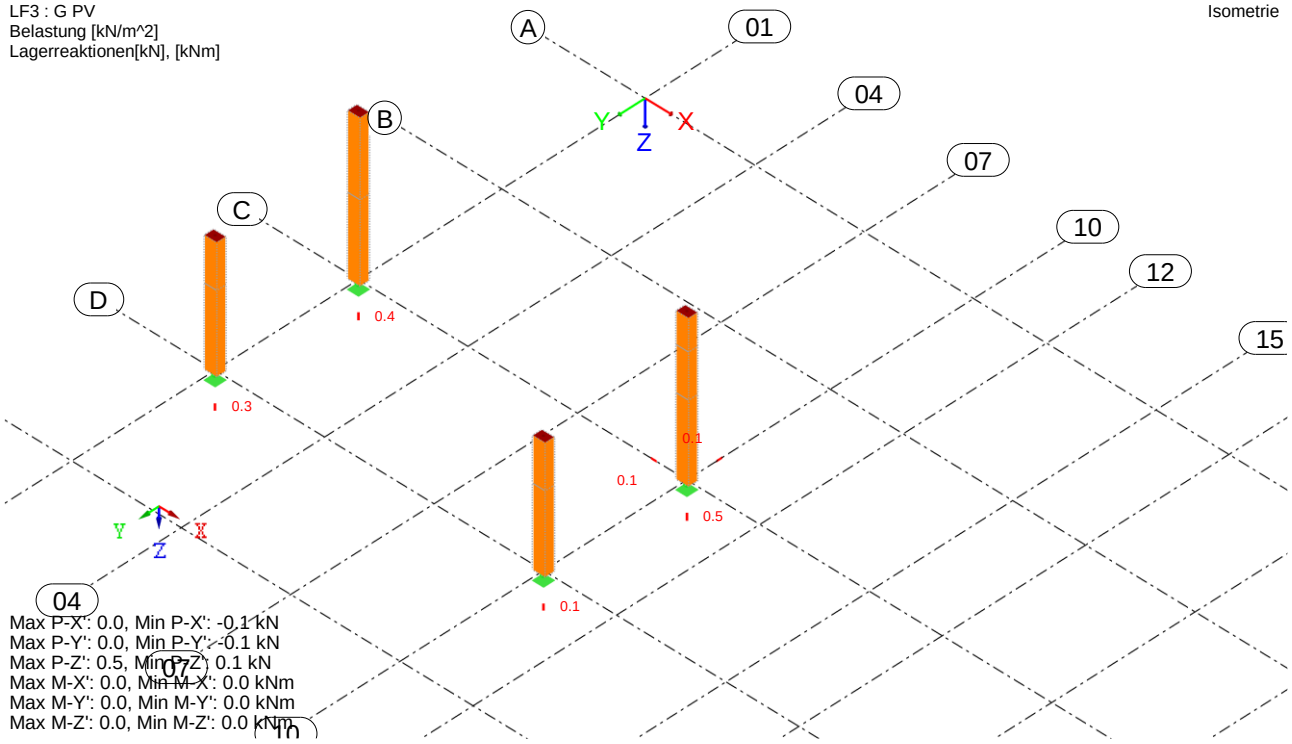
Isometrie



Max P-X': 0.3, Min P-X': -1.4 kN
Max P-Y': 0.0, Min P-Y': -1.4 kN
Max P-Z': 31.5, Min P-Z': 10.7 kN
Max M-X': 0.0, Min M-X': 0.0 kNm
Max M-Y': 0.3, Min M-Y': -0.2 kNm
Max M-Z': 0.0, Min M-Z': 0.0 kNm

LF3 : G PV
Belastung [kN/m^2]
Lagerreaktionen[kN], [kNm]

Isometrie



Max P-X': 0.0, Min P-X': -0.1 kN
Max P-Y': 0.0, Min P-Y': -0.1 kN
Max P-Z': 0.5, Min P-Z': 0.1 kN
Max M-X': 0.0, Min M-X': 0.0 kNm
Max M-Y': 0.0, Min M-Y': 0.0 kNm
Max M-Z': 0.0, Min M-Z': 0.0 kNm

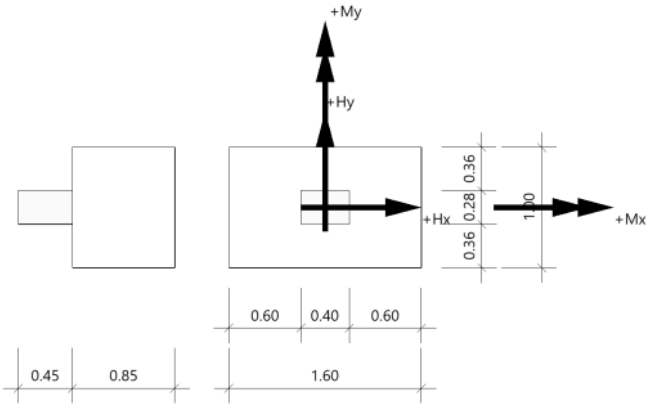
Außergewöhnliche Situation Anprall - *maßgebend*

Position: Fu-04 Anprall Rahmenstützen,Aufkantungshöhe 45 cm

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P07)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	1.60	1.00	0.85
Stütze	C 25/30	B500A	0.40	0.28	0.45

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 499.33 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	25.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	2
2	Ö	Lastfall 2	0.0	0.00	7.50	15.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament mit Sockel bzw. Stütze 1.410 m³ / 35.26 kN. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt. Außergewöhnliche Lasten werden stets einzeln angesetzt, solange sie nicht durch Gruppendefinitionen zusammengebunden sind.

Flächenlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	h_E m	γ_E kN/m³	q kN/m²	R kN
1	1	0.45	24.00	0.00	17.3[1]

1 : Bruttowert. Bei der Bemessung wird diese Last noch um Köcher bzw. Stütze reduziert.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	A	0,95 bzw. 1 x (1) + 1.0 x (2)
2	P	1.0 x (1)
3	A	1.1 x (1) + 1.0 x (2)
4	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
6	P	1.35 x (1)
7	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2)

BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	2	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	2	0.00
Lagesicherheit	1	0.47
Vereinfachter Nachweis ULS	3	0.19
Neigung der Sohldruckresultierenden	4	0.98
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	7	0.01
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	7	0.01

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{sx,u}$	5	8.5
Biegung $A_{sy,u}$	6	13.9
Biegung $A_{sx,o}$	5	8.5

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

$\tan \delta = H/V = 0.20 \leq 0.20$
Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 428.00 kN/m²

σ_{Rd} = 499.33 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden. Erhöhung durch außergewöhnliche Bemessungssituation : $\gamma_{R,p}/\gamma_{R,a}$ = 1,4/1,2 = (116.7 %).

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
3	GEO	A	84.0	0.0	0.89	1.00	94.07	499.33 [1]	0.19

1 : Erhöhung durch außergewöhnliche Bemessungssituation : $\gamma_{R,p}/\gamma_{R,a}$ = 1,4/1,2 = (116.7 %)

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
5	**17.62**	2.19	-8.02	0.00	**8.5***	13.9*	8.5*	0.0
6	4.99	**2.99**	0.00	0.00	8.5*	**13.9***	0.0	0.0

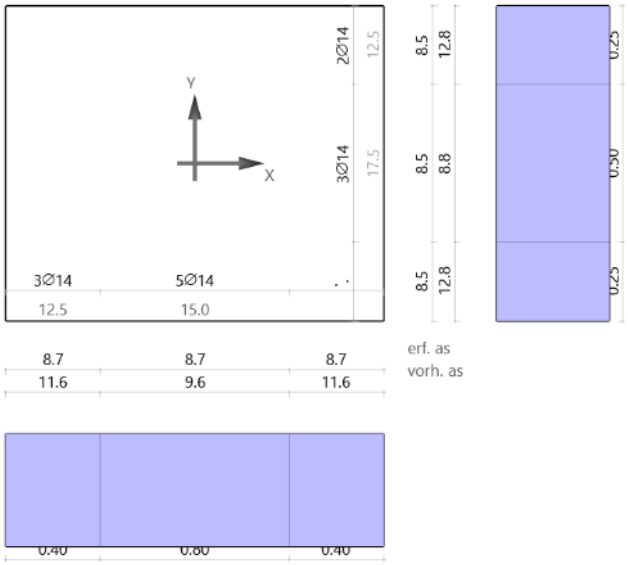
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm.
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm.
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min}$	=	$\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.125 * 23.4 * 0.70	=	2.05 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=		=		=	0.05 cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	=	$\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 23.4 * 0.82	=	2.40 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=		=		=	0.1 cm²

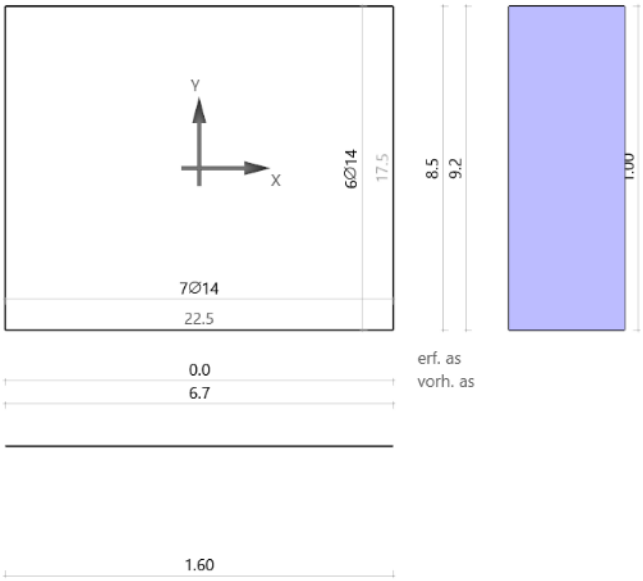
Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrung unten:

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 7

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh} =	0.11	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β =	1.98		
Schubspannung	v_{Ed} =	0.02	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$ =	1.88	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$ =	2.64	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η =	0.01		
Ausnutzung für Druckstrebe	η =	0.01		

Keine Bügel erforderlich.

Querkraft

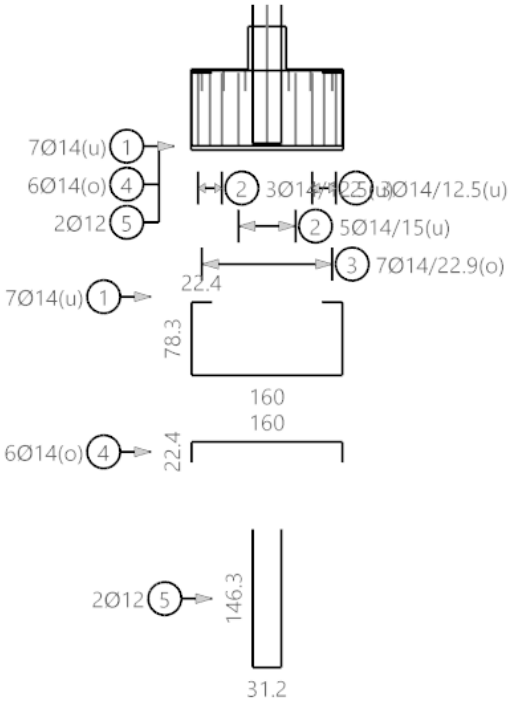
Querkraftnachweis - Bemessung als Platte

Nr	Seite	bei	m	V_{Ed} kN/m	$A_{s,l}$ cm²/m	$V_{Rd,c}$ kN/m	$V_{Rd,max}$ kN/m	$A_{s,w}$ cm²/m²	$S_{w,max}$ cm

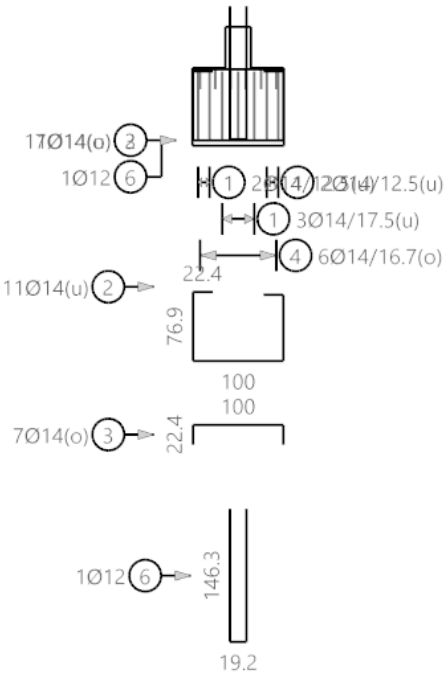
Der Schubbemessungspunkt x bzw. y bezieht sich auf die Fundamentachse.

Bewehrungsgrafik

Schnitt B in x-Richtung



Schnitt C in y-Richtung



VII.4.5. **Fu-05**

Materialität	Beton C25/30, Betonstahl B500A
Geometrie	Fundament b/h = 60/35 cm; Aufkantung b/h = 22/95 cm
Betondeckung	c_{nom} = 20 mm, XC1 (oben) und c_{nom} = 35 mm, XC2 (unten, seitliche)
Bewehrung	s. FRILO-Ausdruck (Bemessung auf Anprall), Mattenbewehrung oben/unten: je Q424A

Vorbemerkung

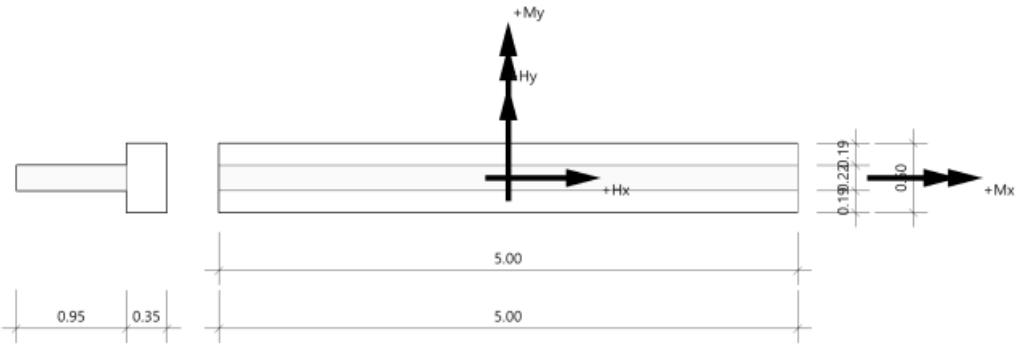
Berücksichtigung einer Aufkantung von max. 95 cm und Anpralllasten.

Position: Fu-05 (Test mit h = 35 cm) Außenachse, Streifen/Nebenachsen, mit Anprall

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P07)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	5.00	0.60	0.35
Stütze	C 25/30	B500A	5.00	0.22	0.95

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 499.33 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Ständige Lasten Stütze	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	A	Nutzlasten	50.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	1
3	O	Anprall	0.0	0.00	0.00	0.0	15.0	0	1

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament mit Sockel bzw. Stütze 2.095 m³ / 52.38 kN. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt. Außergewöhnliche Lasten werden stets einzeln angesetzt, solange sie nicht durch Gruppendefinitionen zusammengebunden sind.

Einzellasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	N kN	ax m	ay m
1	1	7.0	-1.85	0.00
2	1	7.0	1.85	0.00

Linienlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	p1 kN/m	x1 m	y1 m	p2 kN/m	x2 m	y2 m	R kN
1	1	3.00	-2.50	0.00	3.00	2.50	0.00	15.0

Flächenlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	h_E m	γ_E kN/m³	q kN/m²	R kN
1	1	0.20	10.00	0.00	6.0[1]

1 : Bruttowert. Bei der Bemessung wird diese Last noch um Köcher bzw. Stütze reduziert.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	A	0,95 bzw. 1 x (1) + 1.0 x (3)
2	P	1.0 x (1)
3	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
4	A	1.1 x (1) + 1.0 x (3)
5	A	1.0 x (1) + 1.0 x (3)
6	A	1.0 x (1) + 1.0 x (3)
7	P	1.0 x (1) + 1.5 x (2)
8	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
9	A	1.0 x (1) + 1.0 x (3)

BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	2	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
Lagesicherheit	1	0.80
Vereinfachter Nachweis ULS	4	0.26
Neigung der Sohldruckresultierenden	5	0.88

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $As_{x,u}$	0[1]	0.0
Biegung $As_{y,u}$	6	20.1
Biegung $As_{y,o}$	6	20.1

1 : Es sind keine maßgebenden Ergebnisse vorhanden.

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

$\tan \delta = H/V = 0.18 \leq 0.20$
Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 428.00 kN/m²

σ_{Rd} = 499.33 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden. Erhöhung durch außergewöhnliche Bemessungssituation : $\gamma_{R,p}/\gamma_{R,a}$ = 1,4/1,2 = (116.7 %).

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
4	GEO	A	93.7	0.0	5.00	0.14	131.85	499.33 [1]	0.26

1 : Erhöhung durch außergewöhnliche Bemessungssituation : $\gamma_{R,p}/\gamma_{R,a}$ = 1,4/1,2 = (116.7 %)

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

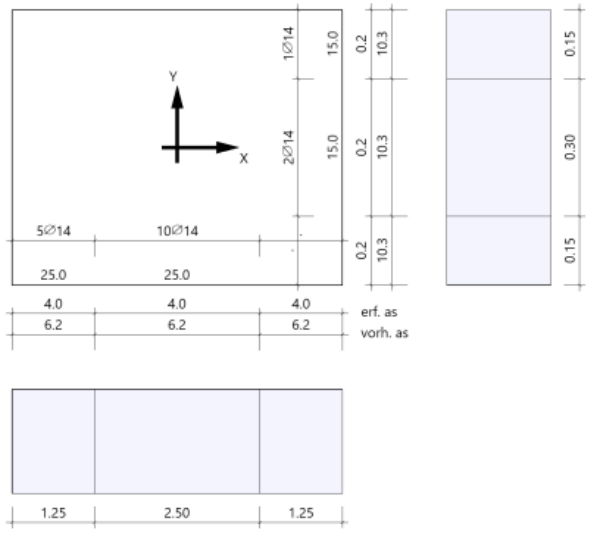
Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
0 [1]	**0.00**	0.00	0.00	0.00	**0.0**	0.0	0.0	0.0
6	0.00	**16.30**	0.00	-2.42	0.0	**20.1***	0.0	20.1*
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)								
1 : Es sind keine maßgebenden Ergebnisse vorhanden.								

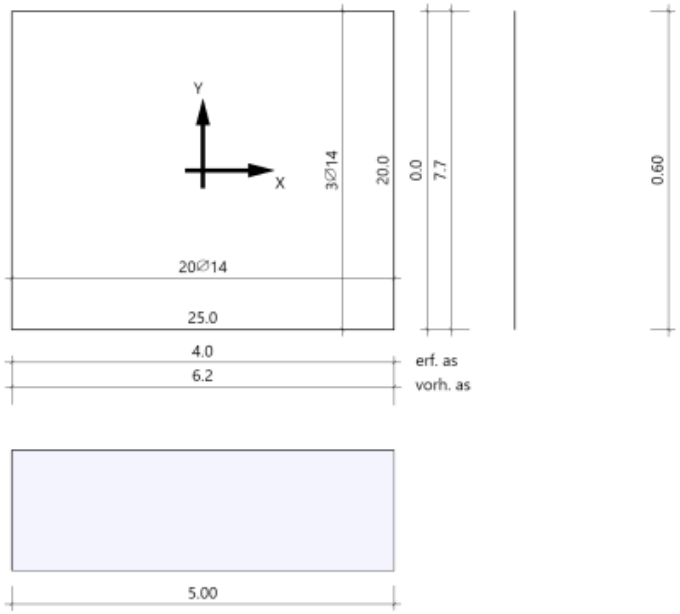
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 6.0 cm.
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 6.0 cm.
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



VII.4.6. **Fu-06**

Vorbemerkung

Die Fundamente sind analog zu Fu-02 bemessen, wobei bei den Fundamenten Fu-06 zusätzlich von der Gebäudeaußenseite Anprall durch Pkw auftreten kann. Die Punktfundamente Fu-06 sind jeweils an angrenzende Streifenfundamente Fu-05 angeschlossen, bei deren Bemessung Anprall berücksichtigt wurde, sodass dieser Lastfall bei der allgemeinen Bemessung nicht gesondert berücksichtigt wird.

VIII. Ergänzte Positionen LP5

VIII.1. Außentreppe T-E-02

Gitterrost Podest/Stufen	Pressrost Meiser Tragstäbe 35/3 mm, Lichte Stützweite 1,2 m, Maschenteilung 33x33mm
Querriegel Treppe	5x IPE80, Schweißnaht oben und unten a_w = 3 mm
Querriegel Podest	2x IPE100 und 1x IPE80, beidseitig gelenkiger Anschluss geschraubt: Jeweils 1x Ankerplatte S235 b/h/t = 60/30/6 mm, 2x M12 4.6
Hauptträger Podest	2x HEB120, L = ca. 2,5 m
2x Treppenwange	UPE180, L = ca. 4,5 m
Jeweils biegesteife Ecke unten	Schweißnaht, a_w = 4 mm und Steife S235 t = 15 mm
Jeweils Kopfplatte oben	S235, b/h/t = 70/180/20 mm, 2x M12 4.6, übereinander angeordnet
	Schweißnaht, a_w = 3 mm, L_w = mind. 160 mm
Verankerung	
Ankerplatte	S355, b/L/t= 140/180/25 mm
Dübel	4x WIT-UH 300 + M10 S 8.8 L_{eff} ≥ 145 mm (ETA-17/0127 o.glw)
Schweißnähte	UPE-Profil und Ankerplatte: $a_{w,unten}$=3mm
Fu-11	1x Streifenfundamente für Anschluss der Treppenwangen, C25/30, B500A,
Abmessungen	b/d/h = 90/180/30 cm, Aufkantung b/h = 40/50 cm, Gründungstiefe h_{tot} = 80 cm
Betonüberdeckung	$c_{nom,oben}$ = $c_{nom,unten/seitl.}$ = 35 mm (XC2)
Bewehrungsverteilung	s. FRILO-Ausdruck
4x Stützen	4x HEB 120, L = ca. 2,5 m
Biegesteife Ecke oben	s. FRILO-Ausdruck
Verankerung	
Ankerplatte	S235, b/l/t = 160/160/6 mm
Dübel	4x M8 S 5.8 und WIT-UH 300, Verankerungstiefe l_{eff} >= 60 mm (ETA-17/0569) o.glw.
Schweißnaht	HEB-Profil und Ankerplatte: a_w = 3 mm, $L_{w,min}$ = 40 mm (Doppelkehlnaht am Steg)
Fu-10	4x Punktfundamente für Stützen, C25/30, B500A
Abmessungen	b/h/d = 50/50/30, Sockel b/d/h = 16/16/50 cm, Gründungstiefe h_{tot} = 80 cm
Betonüberdeckung	$c_{nom,oben}$ = $c_{nom,unten/seitl.}$ = 35 mm (XC2)
Bewehrungsverteilung	s. FRILO-Ausdruck
Alle Profile	S235
Brandbemessung	R30

Vorbemerkung

Die Außentreppe wird als leichte Stahlkonstruktion mit Stahlwangen als Treppenläufen und Hauptträgern des Treppenpodests bemessen. Sekundärträger sind in Querrichtung angeordnet. Die Konstruktion ist in sich selbst ausgesteift und über Punktfundamente verankert. Die Treppe ist Teil des Rettungswegs. Änderungen des Brandschutzkonzeptes sind von Planerinnenseite mitzuteilen. Die Bemessung des Geländers ist nicht Teil des Auftrags. Entsprechende Eigen-, Nutzlasten sowie Windeinwirkungen, die auf das Geländer zurückzuführen sind, wurden berücksichtigt. Anprall wurde nur auf die Treppenwange berücksichtigt, die Stützen unter dem Treppenpodest liegen außerhalb des befahrbaren Bereichs. Die resultierenden Einwirkungen wurden bei der Anschlussbemessung berücksichtigt, im RFEM-Modell der Treppe hingegen vernachlässigt. Anprall wird berücksichtigt mit 15 kN, angreifend auf 0,5 m Höhe.

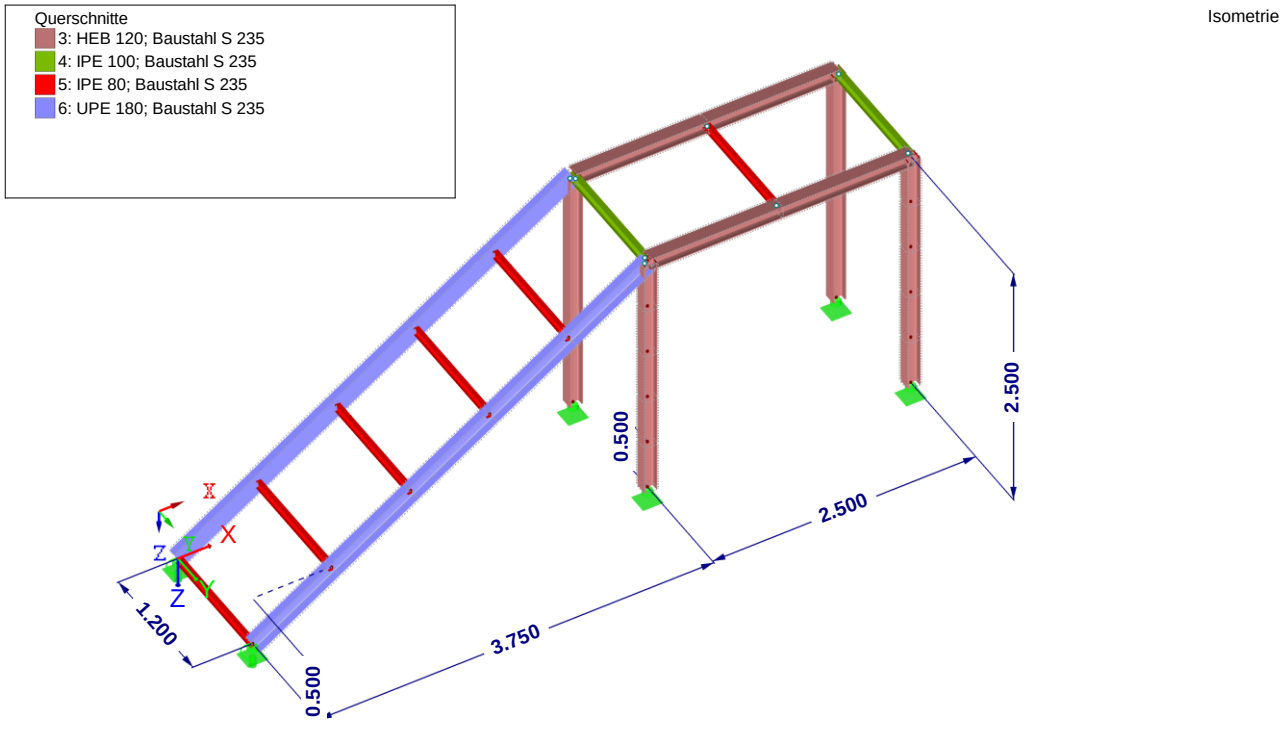
Da sich die Fundamente der Stützen (Punktfundamente) sowie das außenwandseitige Streifenfundament für die Treppenwangen in unmittelbarer Nähe zum Gebäude befinden, werden die entsprechenden Gründungskörper an das Streifenfundament unter der Außenwand angeschlossen. *GK = Gründungskörper*

Fu-10	Punktfundament Treppenstütze:	UK GK = -0,85 m u. OK FB
Fu-11	Streifenfundament Treppenwange:	UK GK = -0,80 m u. OK FB → ggfs. bis auf -0,85 m erweitern.
Fu-05	Streifenfundament unter Außenwand:	UK GK = -0,80 m u. OK FB → ggfs. bis auf -0,85 m erweitern.

Modell

Das System besteht aus zwei 2-Gelenkrahmen (Stützen und Podesthauptträger sind biegesteif verbunden). Die Treppenwangen sind gelenkig (Federsteifigkeit von 5000 kNm/rad um die Trägerlängsachse) an die Rahmenkonstruktion angeschlossen und entlang der Treppe sind fünf biegesteif angeschlossene Querträgern angeordnet.

An den Fußpunkten der Treppenwangen wurde eine Federsteifigkeit für die Verdrehung um die globale z-Achse von 5000 kNm/rad angenommen.



Lasten

LF1 Eigenwicht Konstruktion

Wird programmintern berücksichtigt.

LF2 Eigengewicht Ausbau (Gitterrost+Geländer)

Gitterrost:

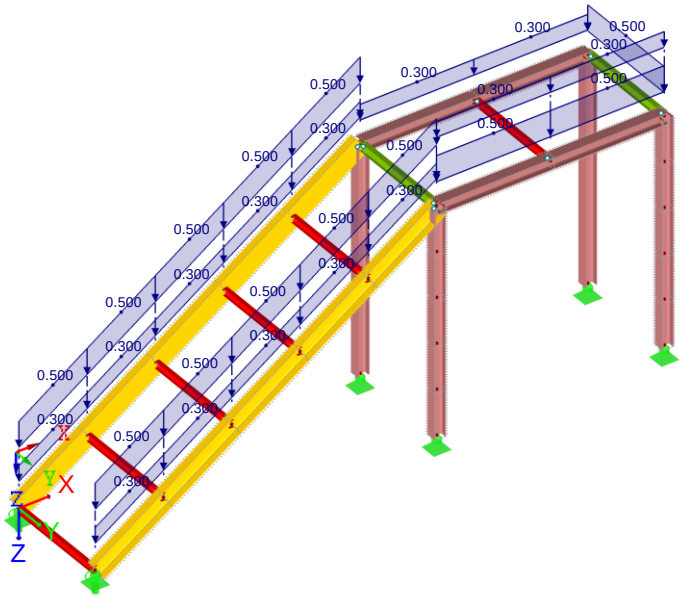
$g_{k,GR}$ = 0,5 kN/m² → Aufgeteilt als Linienlast auf zwei Primärträger $g_{k,GR}$ = 1,2 m*0,5 kN/m²*0,5 = **0,3 kN/m**

Geländer:

$g_{k,Gel}$ = **0,5 kN/m** → Entlang des geplanten Geländers

LF2 : Eigengewicht Ausbau
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF3 Nutzlast Kat. C vertikal

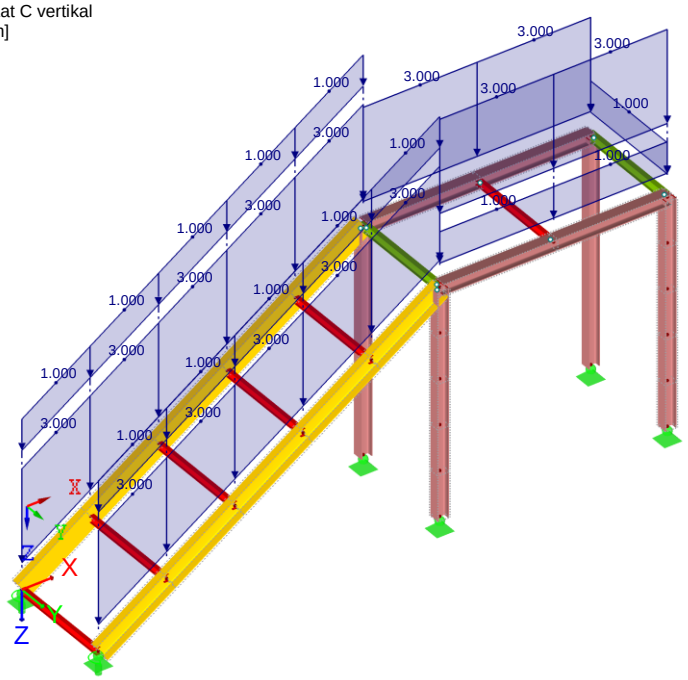
Treppen q_k (Versammlungsraum) = 5,0 kN/m²

→ Aufgeteilt als Linienlast auf zwei Primärträger $q_{k,Treppe}$ = 1,2 m*5 kN/m²*0,5 = **3 kN/m**

Nutzlast Geländer vertikal: $q_{k,v,Gel}$ = **1,0 kN/m**

LF3 : Nutzlast Kat C vertikal
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF4 Nutzlast Kat. C horizontal

Nutzlast Geländer horizontal: Linienlast $q_{k,h,Gel}$ = **1,0 kN/m**

Linienmoment $m_{k,Gel}$ = **1,0 kNm/m**

Das Linienmoment wird über die Lasteinwirkungsbreite als Knotenmoment an den Enden angesetzt.

Podest (kurze Seite)

$M_{k,Gel-Q,Podest-kurz}$ = 0,6 m*1,0 kNm/m = **0,6 kNm**

Podest (lange Seite)

$M_{k,Gel-Q,Podest-lang}$ = 1,25 m*1,0 kNm/m = **1,25 kNm**

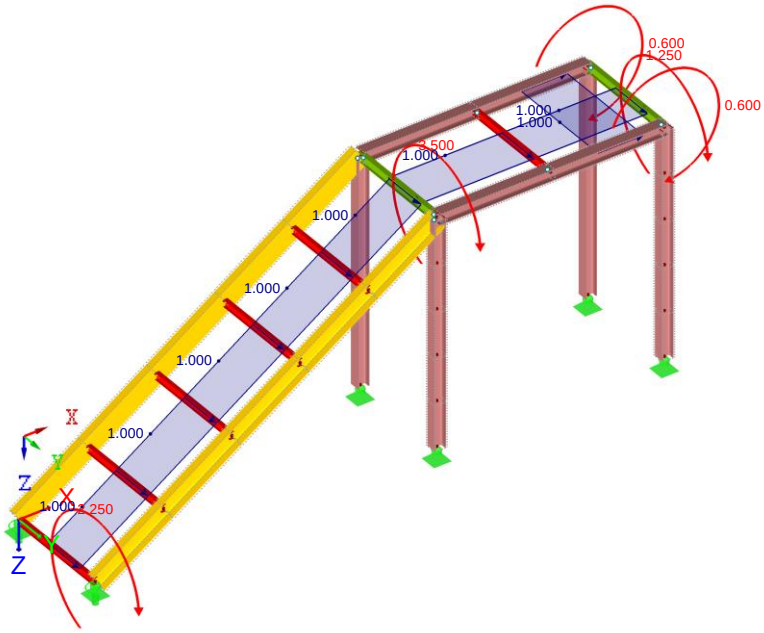
Treppe (L = 4,5 m)

$M_{k,Gel-W,Treppe}$ = 2,25 m*1,0 kNm/m = **2,25 kNm**

Hinweis: Die horizontalen Einwirkungen auf das Geländer werden nicht für beide Treppenwangen gleichzeitig angesetzt. Bei der Bemessung wird der maßgebende Lastfall für die Wahl des Treppenwangenprofils entscheidend.

LF4 : Nutzlast Kat C horizontal
Belastung [kN/m], [kNm]

Isometrie



Schnee

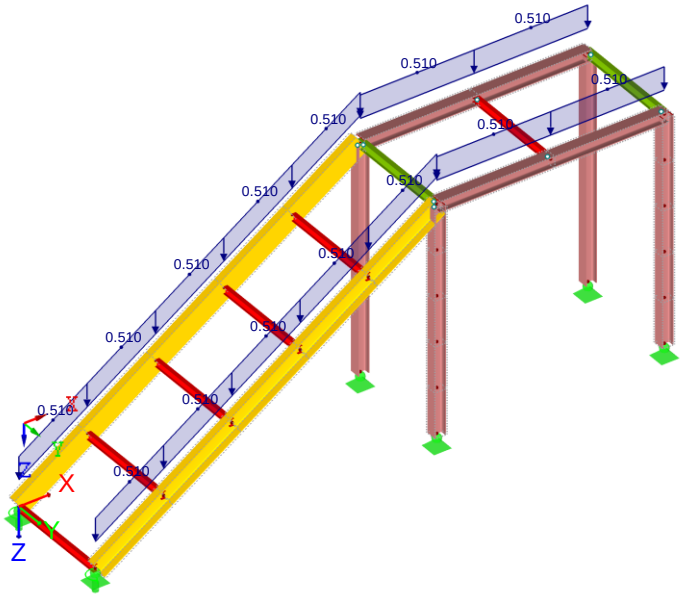
Wird auf Hauptträger aufgeteilt und als Linienlast im Modell aufgebracht.

s_k = 0,85 kN/m²

Lasteinzugsbreite: LEB = 1,2 m → s_k = 0,85 kN/m²*1,2 m/2 = **0,51 kN/m**

LF5 : Schnee
Belastung [kN/m]

Isometrie



Windlasten

Windlasten werden auf das Geländer angesetzt unter Berücksichtigung eines Durchlässigkeitsfaktors. Wind (Druck und Sog) auf die Hauptträger sowie die Stützen wird ebenfalls berücksichtigt.

Der Ansatz orientiert sich am Kapitel III.5.1 Satteldach (LP4-Bericht) für die Wände.

In Gebäudequerrichtung (x) und in Gebäudelängsrichtung (y) gilt:

Winddruck: w_{Druck} = 0,53 kN/m²
Windsog: w_{Sog} = 0,33 kN/m²

Ansatz Windlasten auf Geländer

Tabelle 7.9 —Druckbeiwerte $c_{p,net}$ für freistehende Wände und Brüstungen

Völligkeitsgrad	Bereich		A	B	C	D
$\varphi = 1$	gerade Wand	$l/h \le 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \ge 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	abgewinkelte Wand mit Schenkellänge $\ge h$ [a]		±2,1	±1,8	±1,4	±1,2
$\varphi = 0,8$			±1,2	±1,2	±1,2	±1,2

[a] Bei Schenkellängen des abgewinkelten Wandstücks zwischen 0,0 und h darf linear interpoliert werden.

Tafel 3.31 Vereinfachte Böengeschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe

Windzone		Geschwindigkeitsdruck q_p in kN/m² bei einer Gebäudehöhe h in den Grenzen von		
		$h \le 10$ m	10 m < $h \le 18$ m	18 m < $h \le 25$ m
1	Binnenland	0,50	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,80	0,90
	Küste[1] und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3	Binnenland	0,80	0,95	1,10
	Küste[1] und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste[1] der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee [2]	1,40	–	–

[1] Zur Küste zählt ein 5 km breiter Streifen, der entlang der Küste verläuft und landeinwärts gerichtet ist.
[2] Auf den Inseln der Nordsee ist der Böengeschwindigkeitsdruck für Bauwerke über 10 m Höhe nach Abschnitt 5.4 zu ermitteln.

Versperrungsgrad <40%: Festlegung von Durchlässigkeitsfaktor = 0,4
Böengeschwindigkeitsdruck: q_p = 0,65 kN/m2

Charakteristische Windlinienlast auf Geländer: $w_{k,Druck,Gel}$ = 0,4 * 1,2 m * 0,65 kN/m² = **0,32 kN/m**
$w_{k,Sog,Gel}$ = 0,4 * 1,2 m * 0,33 kN/m² = **0,16 kN/m**

Angesetzte Höhe für Einzug Windlast (Hebelarm): 1,2 m (Geländer) + 0,2 m (Träger) = 1,4 m/2 = 0,7 m

Linienmoment $m_{w,k,Druck,Gel}$ = 0,32 kN/m*0,7 m = **0,23 kNm/m**
$m_{w,k,Sog,Gel}$ = 0,16 kN/m*0,7 m = **0,12 kNm/m**

Das Linienmoment wird über die Lasteinwirkungsbreite als Knotenmoment an den Enden angesetzt.

Podest (kurze Seite)

$M_{k,Druck,Gel,Podest-kurz}$ = 0,6 m*0,23 kNm/m = **0,14 kNm**
$M_{k,Sog,Gel,Podest-kurz}$ = 0,6 m*0,12 kNm/m = **0,07 kNm**

Podest (lange Seite)

$M_{k,Druck,Gel,Podest-lang}$ = 1,25 m*0,23 kNm/m = **0,29 kNm**
$M_{k,Sog,Gel,Podest-lang}$ = 1,25 m*0,12 kNm/m = **0,15 kNm**

Treppe (L = 4,5 m)

$M_{k,Druck,Gel-W,Treppe}$ = 2,25 m*0,23 kNm/m = **0,52 kNm**
$M_{k,Sog,Gel-W,Treppe}$ = 2,25 m*0,12 kNm/m = **0,27 kNm**

Annahmen Windlast für Profile (Podest)

Annahme Profilhöhe: ca. 0,25 m

Druck $w_{k,Profil,Druck}$ = 0,25 m * 0,53 kN/m² = **0,13 kN/m**
Sog $w_{k,Profil,Sog}$ = 0,25 m * 0,33 kN/m² = **0,1 kN/m**

Annahmen Windlast für Stützen

Annahme Profilhöhe: ca. 0,12 m
Druck $w_{k,Profil,Druck}$ = 0,12 m * 0,53 kN/m² = **0,06 kN/m**
Sog $w_{k,Profil,Sog}$ = 0,12 m * 0,33 kN/m² = **0,04 kN/m**

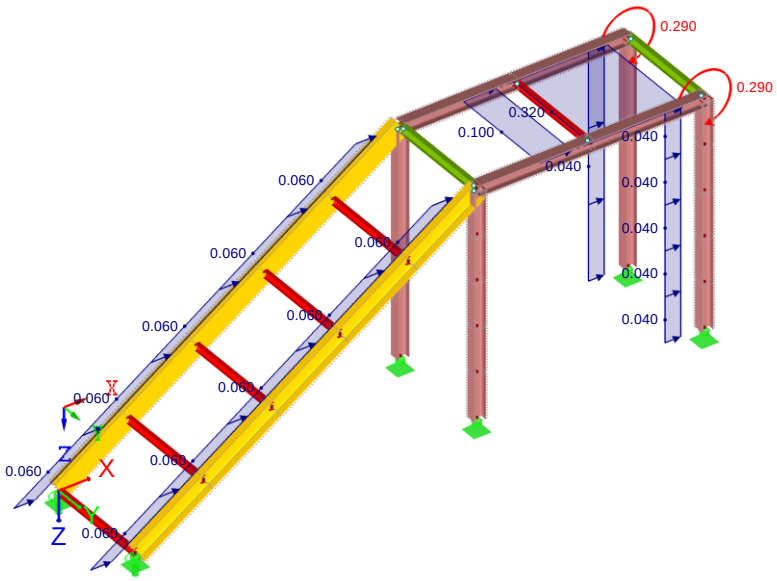
Aufgebrachte Lasten:

x Treppenlängsrichtung

LF6 Wind +x Winddruck auf die Treppenwangen + Geländer, Windsog auf die Stützen und Podest

LF6 : Wind +x
Belastung [kN/m], [kNm]

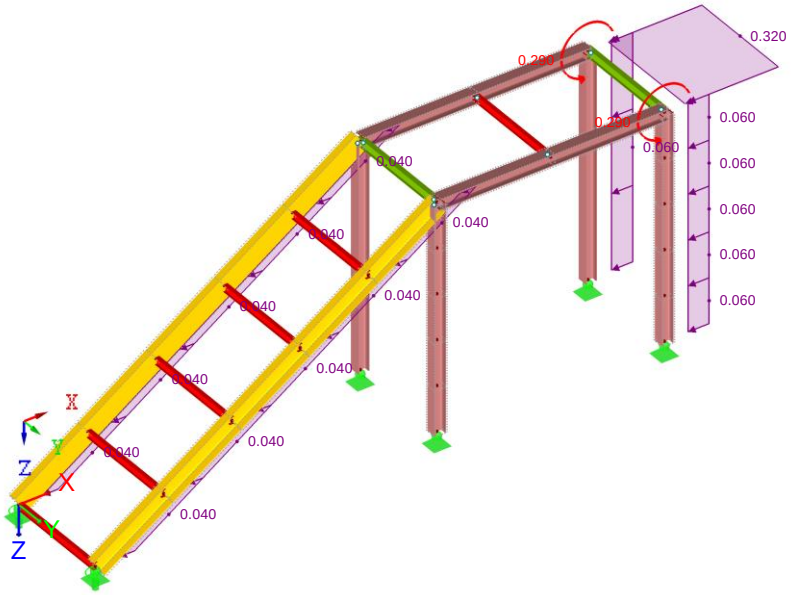
Isometrie



LF7 Wind -x Windsog auf den Treppenwangen, Winddruck auf die Stützen. Podest und Geländer

LF7 : Wind -x
Belastung [kN/m], [kNm]

Isometrie

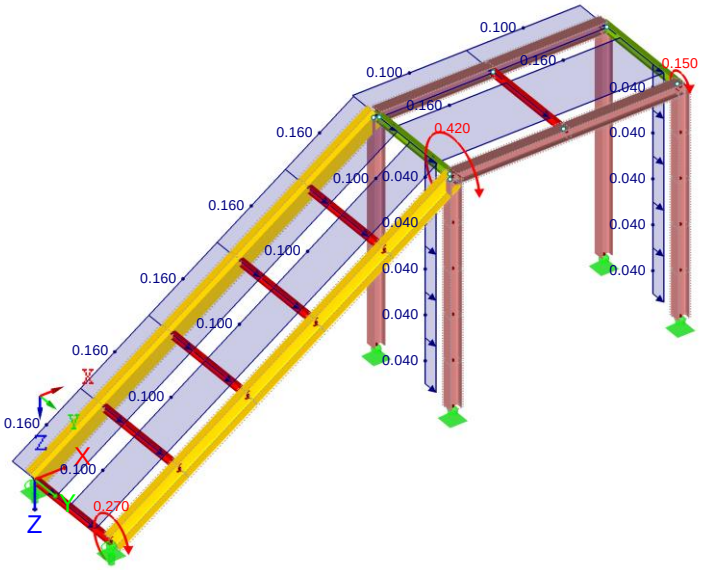


y Treppenquerrichtung

LF8 Wind +y Windsog auf die Treppenwange und die vorderen Stützen, Windsog auf Geländer

LF8 : Wind +y
Belastung [kN/m], [kNm]

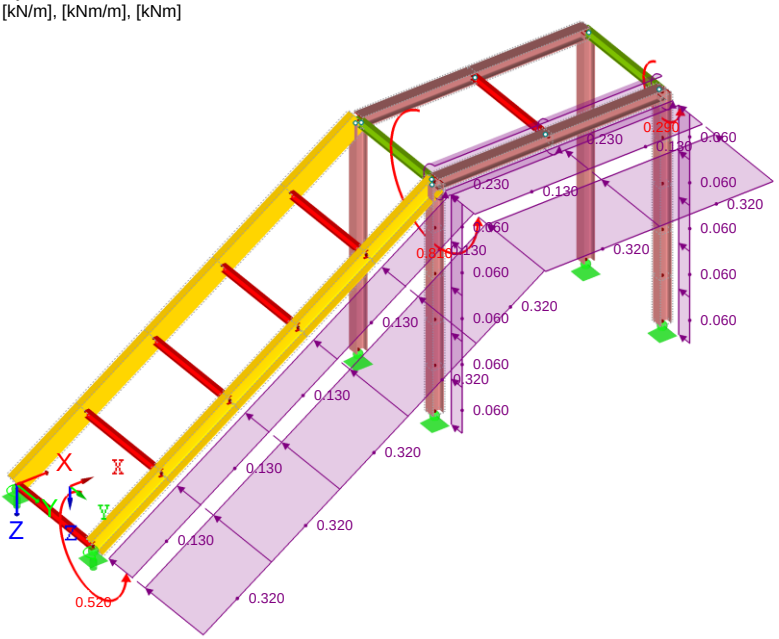
Isometrie



LF9 Wind -y Winddruck auf die Treppenwange, Geländer und die vorderen Stützen

LF9 : Wind -y
Belastung [kN/m], [kNm/m], [kNm]

Isometrie



Hinweis zu den Lastkombinationen:

Nutzlasten horizontal und Windlasten in Richtung -y werden nicht kombiniert, da sie einander entgegenwirken. Wind in verschiedene Richtungen wird nicht kombiniert.

	LF	Eigengew. Konstruktion	Eigengew. Ausbau	Nutzlast vertikal	Nutzlast horizontal	Schnee	Wind +x	Wind -x	Wind +y	Wind -y
	LK	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GZT	1	1,35	1,35	1,5	1,5					
	2	1,35	1,35	1,05	1,05	0,75	**1,5**			
	3	1,35	1,35	1,05	1,05	0,75		**1,5**		
	4	1,35	1,35	1,05	1,05	0,75			**1,5**	
	5	1,35	1,35	1,05		0,75				**1,5**
	6	1,35	1,35	**1,5**	**1,5**	0,75	0,9			
	7	1,35	1,35	**1,5**	**1,5**	0,75		0,9		
	8	1,35	1,35	**1,5**	**1,5**	0,75			0,9	
	9	1,35	1,35	1,05	1,05	**1,5**	0,9			
	10	1,35	1,35	1,05	1,05	**1,5**		0,9		
	11	1,35	1,35	1,05	1,05	**1,5**			0,9	
	12	1,35	1,35	1,05		**1,5**				0,9
GZG	13	1	1							
	14	1	1	**1**	**1**	0,5				
	15	1	1	0,7	0,7	**1**				

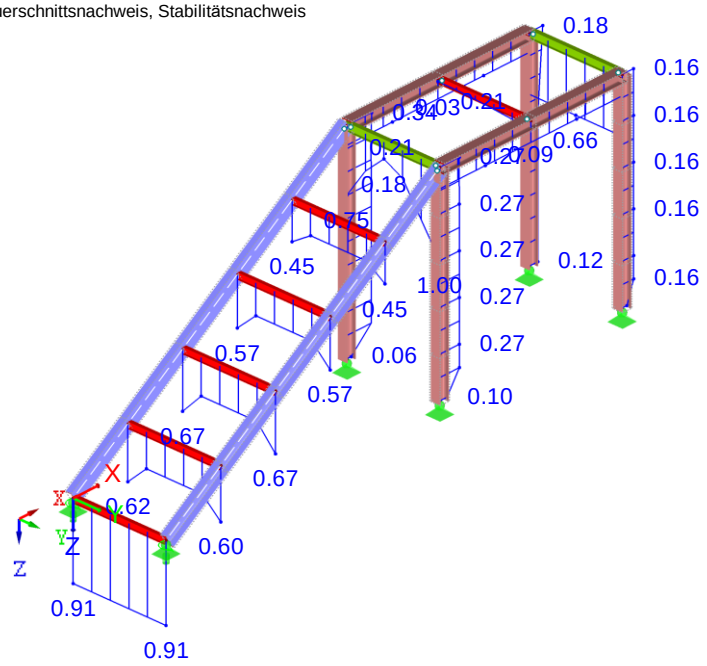
Bemessung

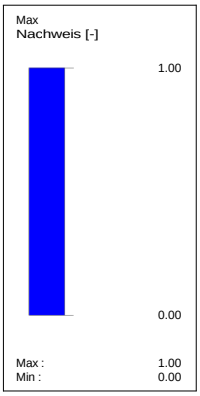
Die Bemessung erfolgt mit dem RFEM-internen Bemessungstool RF-Stahl EC3

Ausnutzung der Bauteile:

RF-STAHL EC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

Isometrie





Querschnittsweise:

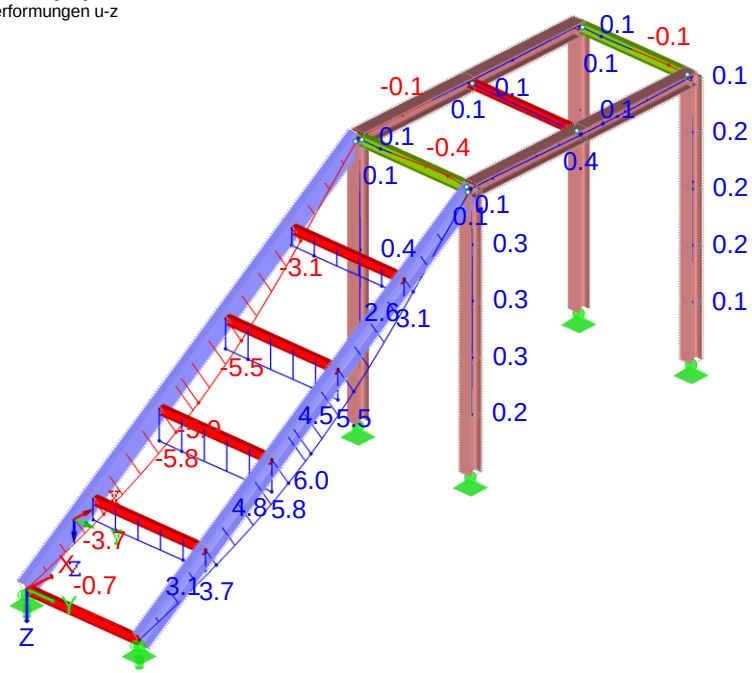
Quersch. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belas-tung	Nachweis Ausnutzung		Nachweis nach Formel
3	HEB 120					
	33	0,000	EK1	0,06	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	12	0,000	EK1	0,18	≤ 1	CS111) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	3	2,500	EK1	0,11	≤ 1	CS116) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	12	0,000	EK1	0,08	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	1	0,500	EK1	0,01	≤ 1	CS123) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	1	0,000	EK1	0,00	≤ 1	CS126) Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	12	0,000	EK1	0,18	≤ 1	CS141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	3	2,500	EK1	0,11	≤ 1	CS151) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	3	2,500	EK1	0,18	≤ 1	CS161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	3	0,750	EK1	0,03	≤ 1	CS201) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	1	2,500	EK1	0,34	≤ 1	CS221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	33	0,000	EK1	0,07	≤ 1	ST301) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um y-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2(4)
	33	0,000	EK1	0,09	≤ 1	ST311) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2(4)
	33	0,000	EK1	0,10	≤ 1	ST312) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2
	33	0,000	EK1	0,07	≤ 1	ST321) Stabilitätsnachweis - Drillknicken nach 6.3.1.4 und 6.3.1.2(4)
	12	0,000	EK1	0,16	≤ 1	ST331) Stabilitätsnachweis - Biegedrillknicken nach 6.3.2.1 und 6.3.2.3 - I-Profil
	12	0,000	EK1	0,23	≤ 1	ST363) Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 6.3.3, Verfahren 2
	1	0,250	EK1	0,33	≤ 1	ST364) Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2
4	IPE 100					
	9	0,480	EK1	0,01	≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	9	1,200	EK1	0,00	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	10	1,200	EK1	0,30	≤ 1	CS111) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	9	1,200	EK1	0,18	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	10	0,000	EK1	0,01	≤ 1	CS123) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	9	0,000	EK1	0,00	≤ 1	CS126) Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	10	1,200	EK1	0,30	≤ 1	CS141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	10	0,720	EK1	0,14	≤ 1	CS161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	9	1,200	EK1	0,72	≤ 1	CS181) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	9	1,200	EK1	0,83	≤ 1	CS221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	9	1,200	EK1	1,00	≤ 1	ST331) Stabilitätsnachweis - Biegedrillknicken nach 6.3.2.1 und 6.3.2.3 - I-Profil
	10	0,000	EK1	0,66	≤ 1	ST363) Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 6.3.3, Verfahren 2
5	IPE 80					
	38	0,720	EK1	0,02	≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	38	0,000	EK1	0,01	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	27	0,960	EK1	0,55	≤ 1	CS111) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	40	0,480	EK1	0,03	≤ 1	CS116) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	27	1,200	EK1	0,12	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	39	0,000	EK1	0,02	≤ 1	CS123) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	15	0,000	EK1	0,00	≤ 1	CS126) Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	27	0,960	EK1	0,55	≤ 1	CS141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	40	0,480	EK1	0,03	≤ 1	CS151) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	27	1,200	EK1	0,67	≤ 1	CS161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	15	1,200	EK1	0,08	≤ 1	CS181) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	38	0,000	EK1	0,62	≤ 1	CS221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	27	1,200	EK1	0,15	≤ 1	ST331) Stabilitätsnachweis - Biegedrillknicken nach 6.3.2.1 und 6.3.2.3 - I-Profil
	27	0,000	EK1	0,91	≤ 1	ST363) Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 6.3.3, Verfahren 2
6	UPE 180					
	51	0,901	EK1	0,02	≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	47	0,000	EK1	0,03	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	44	0,225	EK1	0,27	≤ 1	CS111) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	51	0,901	EK1	0,11	≤ 1	CS121) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	42	0,000	EK1	0,02	≤ 1	CS123) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	42	0,000	EK1	0,00	≤ 1	CS126) Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	44	0,225	EK1	0,27	≤ 1	CS141) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	49	0,676	EK1	0,37	≤ 1	CS161) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	50	0,000	EK1	0,29	≤ 1	CS181) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	42	0,000	EK1	0,41	≤ 1	CS201) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	48	0,000	EK1	0,39	≤ 1	CS221) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9

GZG-Nachweis: Erfolgt anhand von maximaler Durchbiegung

$u_{z,max}$ = L/300 = 4500 mm/300 = 15 mm > $u_{z,vorh}$ = 6,0 mm → Nachweis OK.

LK14 : GZG1: Eigengewicht + Nutzlast + 0,5 Schnee
Lokale Verformungen u-z

Isometrie



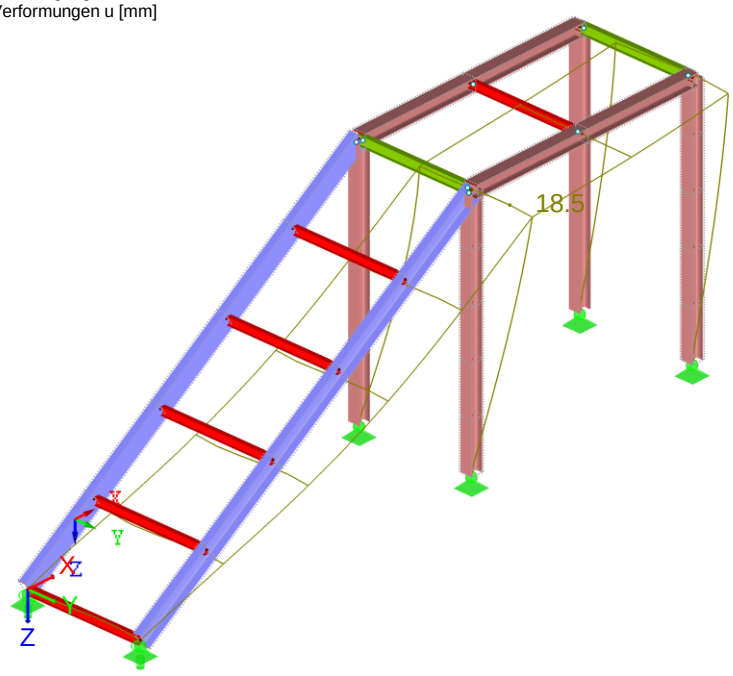
Querschnitte
3: HEB 120; Bausta
4: IPE 100; Baustah
5: IPE 80; Baustahl
6: UPE 180; Bausta

Max u-z: 6.0, Min u-z: -5.9 [mm]

Globale Verformungen: Die Treppe sollte am Gebäude lagegesichert werden bspw. durch eine Winkelverbindung mit Langloch, sodass Bewegungen möglich aber begrenzt sind:

LK14 : GZG1: Eigengewicht + Nutzlast + 0,5 Schnee
Globale Verformungen u [mm]

Isometrie



Querschnitte
3: HEB 120; Bausta
4: IPE 100; Baustah
5: IPE 80; Baustahl
6: UPE 180; Bausta

Faktor für Verformungen: 35.00
Max u: 18.5, Min u: 0.0 mm

VIII.1.1. **Bemessung Gitterrost**

Bemessung Gitterrost (Anhand von Meiser Belastungstabellen)

$q_{k,Rd}$ = 9,31 kN/m

Pressroste Maschenteilung 33,3 x 33,3mm — S235 JR+N (St 37-2)

Tragstäbe [mm]		Lichte Stützweite [mm]								
		1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000
20/2	FP	0,18	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
	FV	0,77	0,56	0,42	0,32	0,24	0,19	0,15	0,12	0,10
20/3	FP	0,26	0,21	0,17	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06
	FV	1,16	0,84	0,63	0,47	0,37	0,29	0,23	0,18	0,15
25/2	FP	0,51	0,40	0,32	0,26	0,22	0,18	0,15	0,13	0,11
	FV	2,26	1,64	1,22	0,93	0,72	0,56	0,45	0,36	0,29
25/3	FP	0,77	0,60	0,48	0,39	0,32	0,27	0,23	0,19	0,16
	FV	3,39	2,46	1,83	1,39	1,07	0,84	0,67	0,54	0,44
30/2	FP	0,88	0,69	0,55	0,45	0,37	0,31	0,26	0,22	0,19
	FV	3,91	2,84	2,11	1,60	1,24	0,97	0,77	0,62	0,51
30/3	FP	1,32	1,03	0,83	0,67	0,55	0,46	0,39	0,33	0,28
	FV	5,86	4,26	3,17	2,40	1,86	1,46	1,16	0,93	0,76
30/4	FP	1,76	1,38	1,10	0,90	0,74	0,61	0,52	0,44	0,38
	FV	7,82	5,68	4,22	3,20	2,47	1,94	1,54	1,24	1,01
30/5	FP	2,20	1,72	1,38	1,12	0,92	0,77	0,65	0,55	0,47
	FV	9,77	7,10	5,28	4,00	3,09	2,43	1,93	1,56	1,27
35/2	FP	1,38	1,08	0,87	0,70	0,58	0,48	0,41	0,35	0,30
	FV	6,21	4,51	3,35	2,54	1,96	1,54	1,23	0,99	0,80
35/3	FP	2,07	1,63	1,30	1,06	0,87	0,72	0,61	0,52	0,44
	FV	9,31	6,76	5,03	3,81	2,95	2,31	1,84	1,48	1,21
35/4	FP	2,76	2,17	1,73	1,41	1,16	0,97	0,81	0,69	0,59
	FV	12,42	9,02	6,70	5,09	3,93	3,08	2,45	1,98	1,61
35/5	FP	3,45	2,71	2,17	1,76	1,45	1,21	1,02	0,86	0,74
	FV	15,52	11,27	8,38	6,36	4,91	3,85	3,07	2,47	2,01

FP (Q_k) ist die maximale Einzellast in kN auf einen Lastwürfel von 200 x 200 mm.

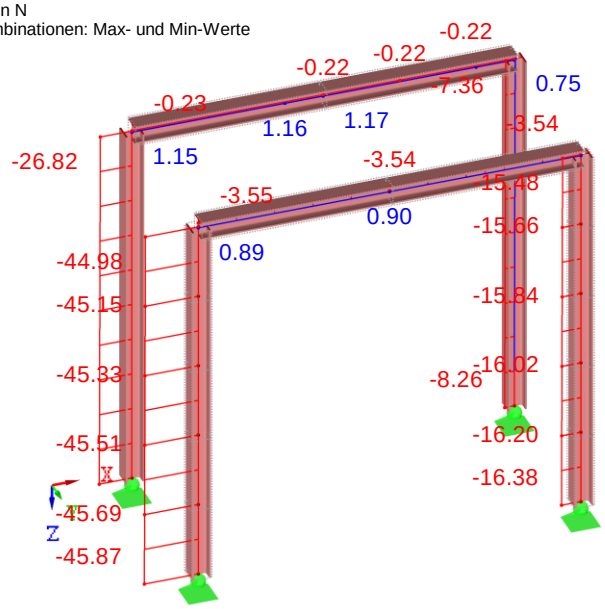
FV (Q_k) ist die maximale, gleichmäßig verteilte Flächenlast in kN/m².

VIII.1.2. **Bemessung biegesteife Rahmenecke Treppenpodest**

Maßgebende Schnittgrößen für die biegesteife Rahmenecke (M_y, V_z, N)

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

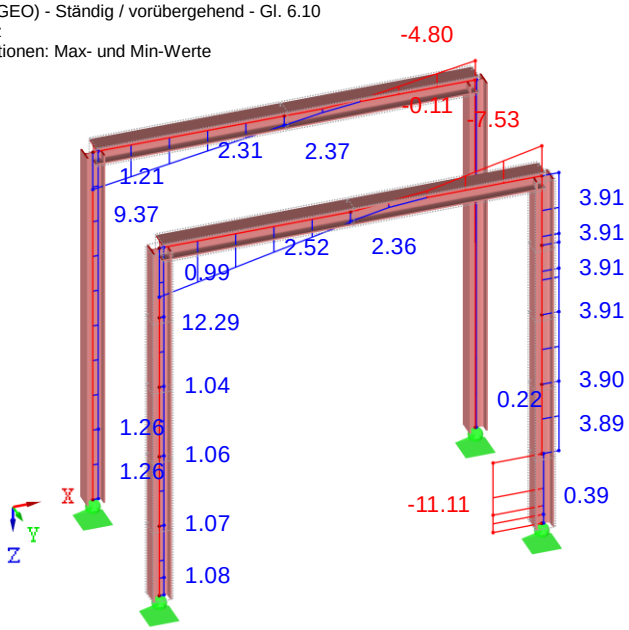
Isometrie



Max N: 1.17, Min N: -45.87 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

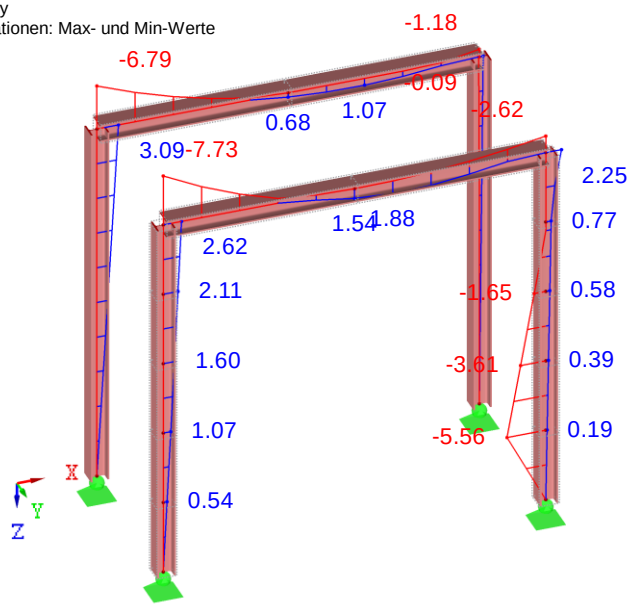
Isometrie



Max V-z: 12.29, Min V-z: -11.11 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Max M-y: 3.09, Min M-y: -7.73 [kNm]

Bemessungsschnittgrößen:

Am Trägerende:

$V_{z,max}$ = 12,3 kN

$M_{y,max}$ = 7,8 kNm

Position: Tr-02 Rahmenecke-Aussentreppe

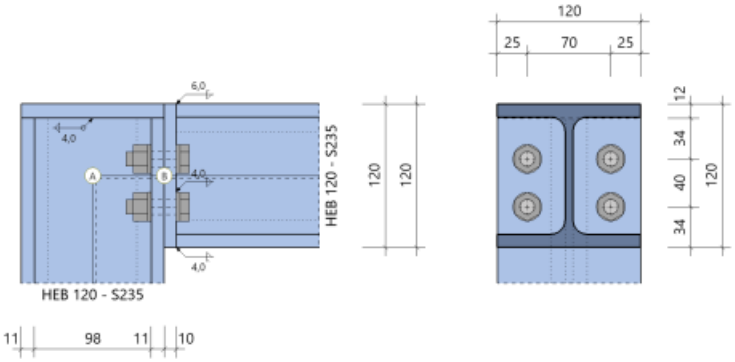
Rahmenecken Stahl (x64) SRE+ 01/25A (FRILO R-2025-1/P07)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Nachweisverfahren	:	Komponentenmethode
Tragwerksberechnung	:	plastisch
Komponentenmethode	:	vertikal 2-reihig ohne Berücksichtigung großer Normalkräfte Schrauben für N_{Rd} Zug ohne Einschränkung ansetzen Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen Längsdruck Stützenflansch unberücksichtigt Ft_{Rd} Versagensart 1 Standardverfahren Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe f = 0.50 Übertragungsfaktor β = 1.00
Klassifizierung	:	Rahmen seitlich verschieblich Iy für Steifigkeit aus Mittelwert der Aussteifung Trägerlänge (Stützenachse - Stützenachse) l = 10.00 m
Querkraft	:	nur über zugfreie Schrauben abtragen V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
Schweißnaht	:	vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System

Systemgrafik 2D



Modell : einseitiger Träger an Stützenende Trägerneigung 0.0°
Schrauben : 4 x M12 - 10.9 (rohe Schraube)

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b_o mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger	HEB 120	S235	120	120	11	7	12	120	11
Stütze	HEB 120	S235	120	120	11	7	12	120	11

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d_0 mm
Stirnplatte	M12	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	13.0

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen			Schweißnaht		
	a	h	b	t	$a_{wf,o}$	$a_{w,s}$	$a_{wf,u}$
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
S235	0	120	120	10	6.0	4.0	4.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 2 = 4 Schrauben M12 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
w1	w	w1	e1	e2	e3
mm	mm	mm	mm	mm	mm
25	70	25	34	40	34
e1 Abstand von Aussenkante Stützengurt im Anschnitt.					

Kopfplatte an Stütze

Material	Anordnung	Abmessungen			Schweißnaht		
		h	b	t	$a_{wf,o}$	$a_{w,s}$	$a_{wf,u}$
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
S235	geneigt	120	120	12	4.0	4.0	4.0

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Lfk<1> β_1 = 1.00

Situation	Schnittufer	Bezugspunkt	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
P/T	Träger rechts	A	0.0	-13.0	8.00
	Stütze unten g)	A	13.0	0.0	8.00
g) : markiertes Ufer ergibt sich aus dem Gleichgewicht am Knoten A : Bezugspunkt im Schnitt der Stabachsen ohne Berücksichtigung der lokalen Aussteifung					

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse - Komponentenmethode für positives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	0.0	-13.0	7.22

Biegetragfähigkeit MRd

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr		F_{tRd} kN	Versagensmodus
	Gurt	Platte		
2	1	1	95.9	Stirnplatte auf Biegung

globale Komponenten Stütze

Stützensteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	87.0	114.5	1.00	289.2

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	1	148.7	38.90	38.90	356.9

Stützensteg	A_v mm²	$F_{Vwp,Rd}$ kN
Schub	1096.5	133.9

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
-7.22	5.15	**7.72**	**0.94**
zuerst versagende Komponente : Stirnplatte auf Biegung			

Schubbeanspruchung im Stützensteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h_w/t_w	A_v mm²	$V_{wp,Ed}$ kN	$V_{wp,Rd}$ kN	η
15.1	1096.5	-89.7	133.9	0.67

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand Platte e_1 mm	Randabstand Platte e_2 mm	Randabstand Gurt e_1 mm	Randabstand Gurt e_2 mm	Lochabstand Platte e mm	Lochabstand Gurt e mm	e_3 mm	Tragfähigkeit Platte $k_1*\alpha$	Tragfähigkeit Platte $V_{l,Rd}$ kN	Tragfähigkeit Gurt $k_1*\alpha$	Tragfähigkeit Gurt $V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	74	25	39	25	40	46	70	1.94	134.0	2.50	190.1	67.4

Träger A_v mm²	Träger $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
1096.5	148.8	-13.0	67.4	0.19

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv) Träger unten		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	3.0	-	70.3	0.34	-71.4	0.34

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
2	7.369	13.212	7.492	3.747

k_1 mm	k_2 mm	z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
5.176	-	80.5	1.635	2.00	1690.6	845.3

Klassifizierung aus Momentenbeanspruchung

nach Tragfähigkeit			nach Steifigkeit		
Klassifizierung	$M_{pldTräger}$ kNm	$M_{pldStütze}$ kNm	Klassifizierung	$L_{Träger}$ m	$I_{yTräger}$ cm⁴
gelenkig	38.82	38.82	**verformbar**	10.00	864.4
			Rahmen seitlich verschieblich		

Kopfplatte

F_{gesamt} kN	σ_x N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
-89.7	-62.3	0.28	151.5	0.73

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	η = **0.94**	Tragfähigkeit M_{Rd}
Verbindung V	η = **0.19**	Tragfähigkeit V_{Rd}
Verbindung Schweißnaht	η = **0.34**	Stirnplatte Druckgurt
Kopfplatte	η = **0.73**	Schweißnaht
Schubfeld	η = **0.67**	

VIII.1.3. **Bemessung Verbindung Treppenwange - Ankerplatte**

Vorbemerkung

Um die Treppenwange im Fundament zu verankern, wird eine Rahmenecke ausgebildet. Tiefe der Ankerplatte: 140 mm. Es wird die Schweißnaht zwischen Stahl-Profil und Ankerplatte bemessen.

Berechnung des Treppenwinkels:
Höhe der Treppe: 2,5 m
Projizierte Länge des Treppenlaufs: 3,75 m → alph = $\tan^{-1}(2{,}5/3{,}75)$ = 33,7 Grad

Lasten

Bemessung für Anpralllasten (außergewöhnlich, maßgebend), können sowohl parallel als auch orthogonal zur Schweißnaht auftreten. Schweißnahtlänge L_w = mind. 120 mm (entlang des Stegs des U-Profils).

H = **15 kN**
M = 15 kN*0,5 m = **7,5 kN**

Nachweis
Es wird gezeigt, dass eine innenliegende, einfach Schweißnaht von 50 mm bereits ausreichend ist. Für eine gleichmäßige Lastübertragung wird die Schweißnaht entlange des gesamten Stahlprofils ausgeführt (innenliegend). S.a. Detailzeichnugnen.

Schweißnahtnachweis nach DIN EN 1993-1-8:2012-12				
Richtungsbezogenes Verfahren für Kehlnähte				
rechtwinkliger Anschluß				
einfache Kehlnaht				
a_w [mm]	3		L_w [mm]	50
A_w [cm²]	1,5		Stahlsorte	S235
W_w [cm³]	1,3		$f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ [kN/cm²]	36,0
Beanspruchung				
$F_{II,Ed}$ [kN]	15		$F_{\perp,Ed}$ [kN]	15
$M_{y,Ed}$ [kNcm]	7,5			
Schweißnahtspannungen				
$\tau_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	11,3		$\sigma_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	11,3
$\tau_{II,Ed}$ [kN/cm²]	10,0			
$\sigma_{v,d}$ [kN/cm²]	28,5			
Nachweis				
$\sigma_{v,d}/[f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})]$	0,79	< 1		
$\sigma_{\perp,Ed}$ /$(0{,}9*f_u/\gamma_{M2})$	0,44	< 1		

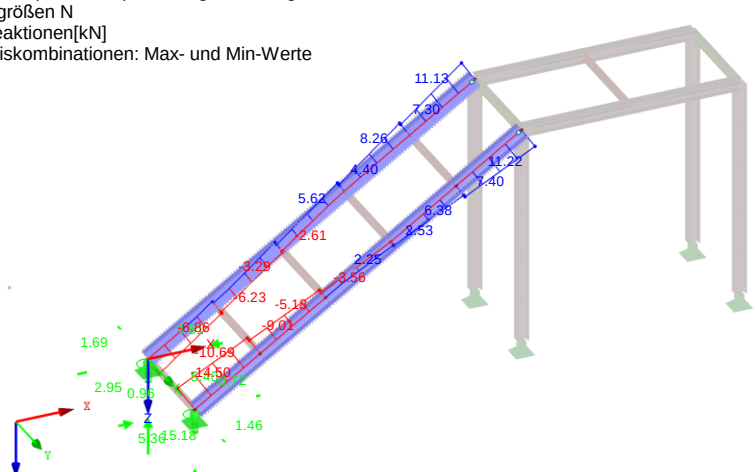
VIII.1.4. **Anschluss Treppenwange an Treppenpodest**

Vorbemerkung

Es handelt sich um eine gelenkige Verbindung. Die Treppenwangen (UPE180) werden jeweils über eine Kopfplatte an der Stütze verschraubt und auf Zug und Abscheren bemessen.

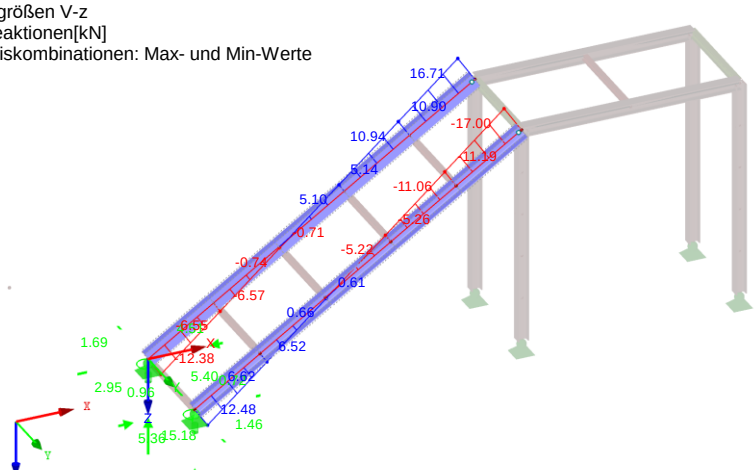
Lasten

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10 Isometrie
Schnittgrößen N
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max N: 11.22, Min N: -14.50 [kN]
Max P-X': 4.51, Min P-X': -5.36 kN
Max P-Y': 5.40, Min P-Y': -1.69 kN
Max P-Z': 24.22, Min P-Z': 0.00 kN

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10 Isometrie
Schnittgrößen V-z
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max V-z: 16.71, Min V-z: -17.00 [kN]
Max P-X': 4.51, Min P-X': -5.36 kN
Max P-Y': 5.40, Min P-Y': -1.69 kN
Max P-Z': 24.22, Min P-Z': 0.00 kN

Lokal	$V_{z,Ed}$‘ = 17 kN	N_{Ed}‘ = 11,5 kN
Global	$V_{z,Ed}$ = 20 kN	N_{Ed} = 21 kN

Bemessung

Schrauben

Einwirkung Absch. $F_{v,ED}$ [kN]	10		Einwirkung Zug $F_{t,ED}$ [kN]	10,5
Schraubendurchmesser	M12		$f_{yb,k}$ [N/mm²]	240
Festigkeitsklasse	4.6		$f_{ub,k}$ [N/mm²]	400
Passschraube	nein		γ_{M2} [-]	1,25
Schaft-QS A [mm²]	1,13		Spannungs-QS A_S [mm²]	0,843
Schaft in der Fuge?	nein		α_v [-]	0,6
Senkschraube	nein		k_2 [-]	0,9
Grenzabscherkraft $F_{v,Rd}$ [kN]	16,2		Grenzzugkraft $F_{t,Rd}$ [kN]	24,3
Futterblech vorhanden?	nein		Dicke t_p [mm]	
Abmind. Schertragf. β_p [-]				
$F_{v,ED}$ / $F_{v,Rd}$	0,62	< 1		
$F_{t,ED}$ / $F_{t,Rd}$	0,43	< 1		
$F_{v,ED} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1,4*F_{t,Rd})$	0,93	< 1		

Mittelmaß SW/Eckenmaß d_m [mm]	18,9		Blechdicke t_p [mm]	10
Stahlgüte	235		f_u [N/mm²]	360
Grenzdurchstanzkraft $B_{p,Rd}$ [kN]	103			
$F_{t,ED}$ / $B_{p,Rd}$	0,10	< 1		

Schweißnaht

Schweißnahtnachweis nach DIN 18800-1:2008-11
rechtwinkliger Anschluß

Doppelkehlnaht	a_w [mm]	3		L_w [mm]	180
Nahtgüte nicht nachgew.	A_w [cm²]	10,8		Stahlsorte	S235
	W_w [cm³]	32,4		$\alpha_w*f_{y,k}/\gamma_M$ [kN/cm²]	20,7
Beanspruchung	$F_{II,d}$ [kN]	20,00		$F_{\perp,d}$ [kN]	21
	M_d [kNcm]	0			
Schweißnahtspannungen	$\tau_{\perp,d}$ [kN/cm²]	0,0		$\sigma_{\perp,d}$ [kN/cm²]	1,9
	$\tau_{II,d}$ [kN/cm²]	1,9			
	$\sigma_{w,v,d}$ [kN/cm²]	2,7			
Nachweis	$\sigma_{v,d}/[\alpha_w*f_{y,k}/\gamma_M]$	0,13	< 1		

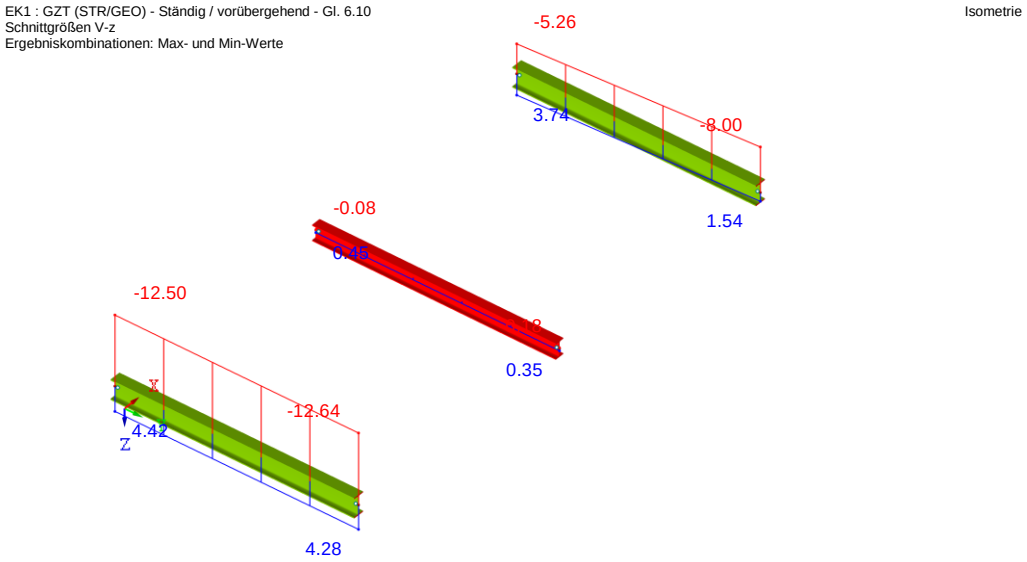
VIII.1.5. **Anschluss Haupt- und Nebenträger Treppenpodest**

Vorbemerkung

Gelenkiger Anschluss an Profil HEB120, geschraubt mit Kopfplatte. Gilt für alle drei Nebenträger des Treppenpodests.

Lasten

Aus RFEM-Modell EK1 GZT:



Max V-z: 4.42, Min V-z: -12.64 [kN]

Bemessung

Ankerplatte S235 angeschweißt mit **2x M12 4.6** auf Abscheren.

Mindestrandabstand: e_1 >= 1,2* 12 mm = 14,4 mm → Gewählt: 15 mm

Max. Einwirkung $V_{z,d}$ = 13 kN → Aufgeteilt auf 2 Schrauben → je $V_{z,d}$ = 6,5 kN < $F_{v,Rd}$ (M12 4.6) = 21,7 kN → OK.

Schweißnaht zwischen I-Träger und Ankerplatte

L_w = min. 30 mm (Doppelkehlnaht)

$V_{z,d}$ = 13 kN

Schweißnahtnachweis nach DIN EN 1993-1-8:2012-12				
Richtungsbezogenes Verfahren für Kehlnähte				
rechtwinkliger Anschluß				
Doppelkehlnaht				
a_w [mm]	3		L_w [mm]	30
A_w [cm²]	1,8		Stahlsorte	S235
W_w [cm³]	0,9		$f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ [kN/cm²]	36,0
Beanspruchung				
$F_{II,Ed}$ [kN]	13		$F_{\perp,Ed}$ [kN]	0
$M_{y,Ed}$ [kNcm]	0			
Schweißnahtspannungen				
$\tau_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	0,0		$\sigma_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	0,0
$\tau_{II,Ed}$ [kN/cm²]	7,2			
$\sigma_{v,d}$ [kN/cm²]	12,5			
Nachweis				
$\sigma_{v,d}/[f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})]$	0,35	< 1		
$\sigma_{\perp,Ed}$ /(0,9*f_u/γ_{M2})	0,00	< 1		

VIII.1.6. **Bemessung Fu-10 Punktfundamente Stützenfüße**

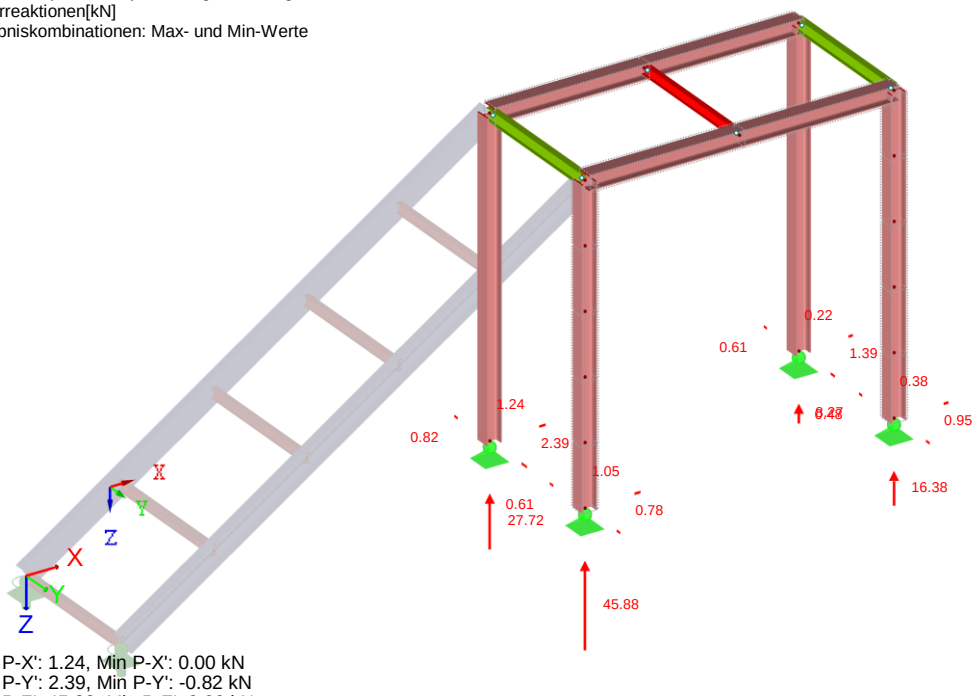
Vorbemerkung

Die Stützen liegen außerhalb des befahrbaren Bereichs. Entsprechend wird Anprall nicht berücksichtigt.
Verankerungsgrund: Stahlbeton C25/30

Lasten

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Max P-X': 1.24, Min P-X': 0.00 kN
Max P-Y': 2.39, Min P-Y': -0.82 kN
Max P-Z': 45.88, Min P-Z': 0.00 kN

N_d = 46 kN
$V_{y,d}$ = 3 kN

Verankerung Stützenfuß

Eingabedaten

Untergrund	Beton: ungerissen | C25/30; f_{ck} = 25,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 30,00 N/mm² | h = 450 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer) | (Bemessung)
Bewehrung	Flächenbewehrung: Normal | Randbewehrung: Keine Spaltbewehrung: Nicht Vorhanden
Anschlussprofil	HEB 120
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine Reinigungstyp: Pressluftreinigung(CAC), siehe Setzanweisung ETA-12/0569

Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
5916 008 999	**Ankerstange S-5.8 x 1000** **- Zuschnittlänge: 76 mm** **- Anzahl Zuschnitte je Ankerstange: 12**	**M8**	**1000 mm**	**6 mm**	**10**

Handelsübliche Gewindestange mit:

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1 der entsprechenden Zulassung
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004
- Markierung der Setztiefe

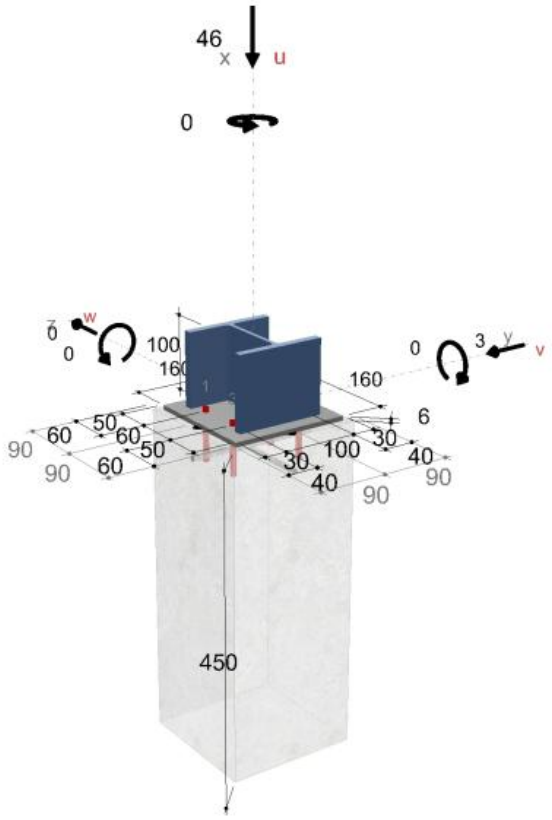
Mörtelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung
5918 242 300	Verbundanker WIT-PM 200 (EC2-4) in Mörtelkartusche 300 ml
5918 240 330	Verbundanker WIT-PM 200 (EC2-4) in Mörtelkartusche 330 ml
5918 241 150	Verbundanker WIT-PM 200 (EC2-4) in Mörtelkartusche 150 ml

Gewählter Dübeltyp und Größe	**WIT-PM 200 + Ankerstange Meterware/ S M8**
Material	S 5.8
Effektive Verankerungstiefe	60 mm
Zulassung	ETA-12/0569 gültig ab 07.12.2022



Geometrie und Belastung:



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	V_{Edv} [kN]	V_{Edw} [kN]	M_{Edu} [kNm]	M_{Edv} [kNm]	M_{Edw} [kNm]	Belastungstyp
1		-46,000	-3,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Normal

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ [kN]	$(V^{Mx,i})_{Ed,y}$ [kN]	$(V^{Mx,i})_{Ed,z}$ [kN]	$(V^{Vy,i})_{Ed,y}$ [kN]	$(V^{Vz,i})_{Ed,z}$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ [kN]	$V^i_{Ed,z}$ [kN]	V^i_{Ed} [kN]
1	**0,000**	0,000	0,000	-0,750	0,000	**-0,750**	**0,000**	**0,750**
2	**0,000**	0,000	0,000	-0,750	0,000	**-0,750**	**0,000**	**0,750**
3	**0,000**	0,000	0,000	-0,750	0,000	**-0,750**	**0,000**	**0,750**
4	**0,000**	0,000	0,000	-0,750	0,000	**-0,750**	**0,000**	**0,750**

	$\Sigma N^i_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i})_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i})_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma (V^{Vy,i})_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma (V^{Vz,i})_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,z}$ [kN]	$\lvert\Sigma V^i_{Ed}\rvert$ [kN]
Summe	**0,000**	0,000	0,000	-3,000	0,000	**-3,000**	**0,000**	**3,000**

Wegen des Nachweises mit elastischer Ankerplatte werden die Schnittkräfte um 0,00 % erhöht

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Querkraft	Stahlversagen ohne Hebelarm	8,54 %	nachgewiesen
Querkraft	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Dübelgruppe)	12,05 %	nachgewiesen
Querkraft	**Betonkantenbruch**	**56,93 %**	**nachgewiesen**

Ankerplattenbemessung:

Die ausgewählte Ankerplatte ist ausreichend steif.

Stahlspannung (Ankerplatte): $\beta = \sigma_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_M) = 47,28$ N/mm² / (235 N/mm² / 1,10) = 22,13 %

Die Ankerplattenbemessung wurde erfolgreich durchgeführt.

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Schweißnaht zwischen HEB-Profil und Ankerplatte

Schweißnahtnachweis nach DIN EN 1993-1-8:2012-12				
Richtungsbezogenes Verfahren für Kehlnähte				
rechtwinkliger Anschluß				
Doppelkehlnaht				
a_w [mm]	3		L_w [mm]	40
A_w [cm²]	2,4		Stahlsorte	S235
W_w [cm³]	1,6		$f_u/(\beta_w * \gamma_{M2})$ [kN/cm²]	36,0
Beanspruchung				
$F_{II,Ed}$ [kN]	3		$F_{\perp,Ed}$ [kN]	0
$M_{y,Ed}$ [kNcm]	0			
Schweißnahtspannungen				
$\tau_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	0,0		$\sigma_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	0,0
$\tau_{II,Ed}$ [kN/cm²]	1,3			
$\sigma_{v,d}$ [kN/cm²]	2,2			
Nachweis				
$\sigma_{v,d}/[f_u/(\beta_w * \gamma_{M2})]$	0,06	< 1		
$\sigma_{\perp,Ed} /(0,9 * f_u/\gamma_{M2})$	0,00	< 1		

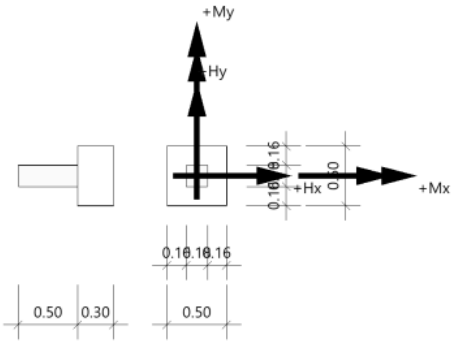
Nachweis Fundament

Position: Fu-10 (Punktfundament, kein Anprall) Aussentreppe - Fundament Stütze

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P07)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	0.50	0.50	0.30
Stütze	C 25/30	B500A	0.18	0.18	0.50

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 428.00 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	46.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	2
2	O	Lastfall 2	0.0	0.00	0.00	3.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament mit Sockel bzw. Stütze 0.091 m³ / 2.28 kN. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt. Außergewöhnliche Lasten werden stets einzeln angesetzt, solange sie nicht durch Gruppendefinitionen zusammengebunden sind.

Flächenlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	h_E m	γ_E kN/m³	q kN/m²	R kN
1	1	0.30	18.00	0.00	1.4[1]

1 : Bruttowert. Bei der Bemessung wird diese Last noch um Köcher bzw. Stütze reduziert.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	A	0,95 bzw. 1 x (1) + 1.0 x (2)
2	P	1.0 x (1)
3	P	1.35 x (1)
4	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
6	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2)

BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	2	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	2	0.00
Lagesicherheit	1	0.20
Vereinfachter Nachweis ULS	3	0.62
Neigung der Sohldruckresultierenden	4	0.30
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	3	0.04
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	3	0.03

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{sx,u}$	5	1.7
Biegung $A_{sy,u}$	3	1.7

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

tan δ = H/V = 0.06 ≤ 0.20
Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 428.00 kN/m²

σ_{Rd} = 428.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
3	GEO	P	66.8	0.0	0.50	0.50	267.06	428.00	0.62

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
5	**3.04**	1.85	0.00	0.00	**1.7***	1.7*	0.0	0.0
3	2.49	**2.49**	0.00	0.00	1.7*	**1.7***	0.0	0.0

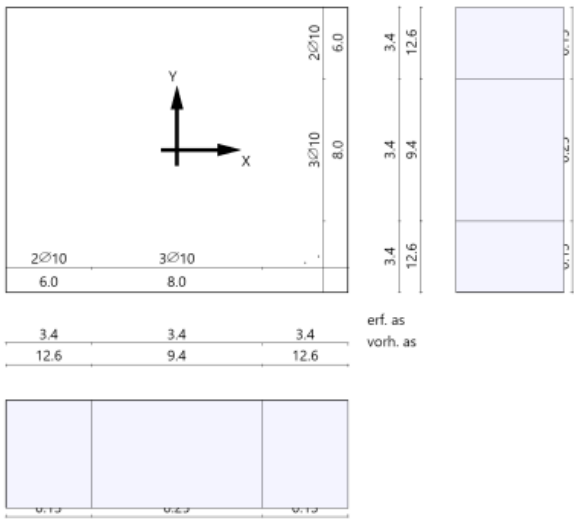
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.5 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 4.5 cm.
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 3.5 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 3.5 cm.
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

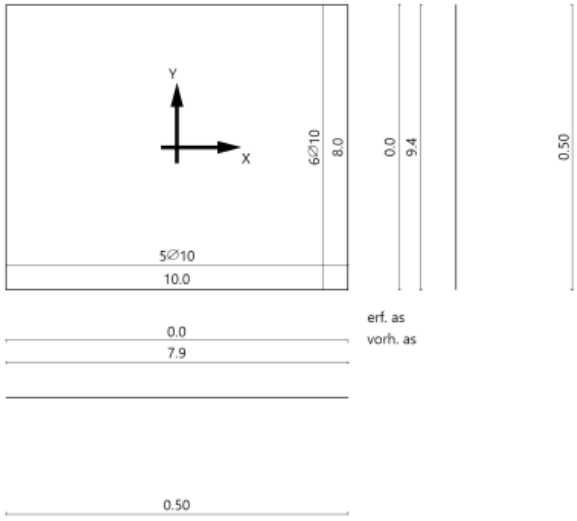
Mindestmomente	$M_{y,min}$	= $\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	0.125 * 54.0 * 0.32	=	2.19 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=	=		=	0.2 cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	= $\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	0.125 * 54.0 * 0.32	=	2.19 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=	=		=	0.2 cm²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 3

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh}	= 0.43	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β	= 1.10		
Schubspannung	v_{Ed}	= 0.14	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$	= 3.21	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$	= 4.49	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η	= 0.04		
Ausnutzung für Druckstrebe	η	= 0.03		

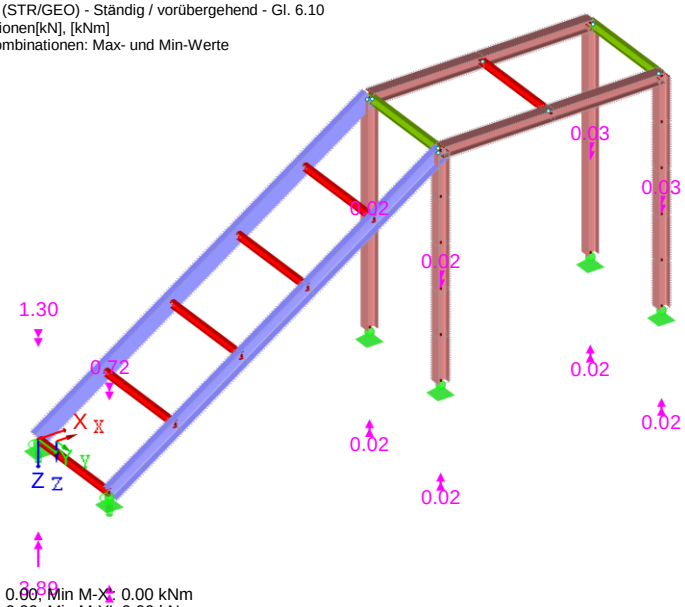
Keine Bügel erforderlich.

VIII.1.7. **Bemessung Fu-11 Streifenfundament Fuß Treppenwange**

Für Verankerung der Wangentreppe: Zusätzl. Berücksichtigung von Moment um z-Achse:

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Lagerreaktionen[kN], [kNm]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

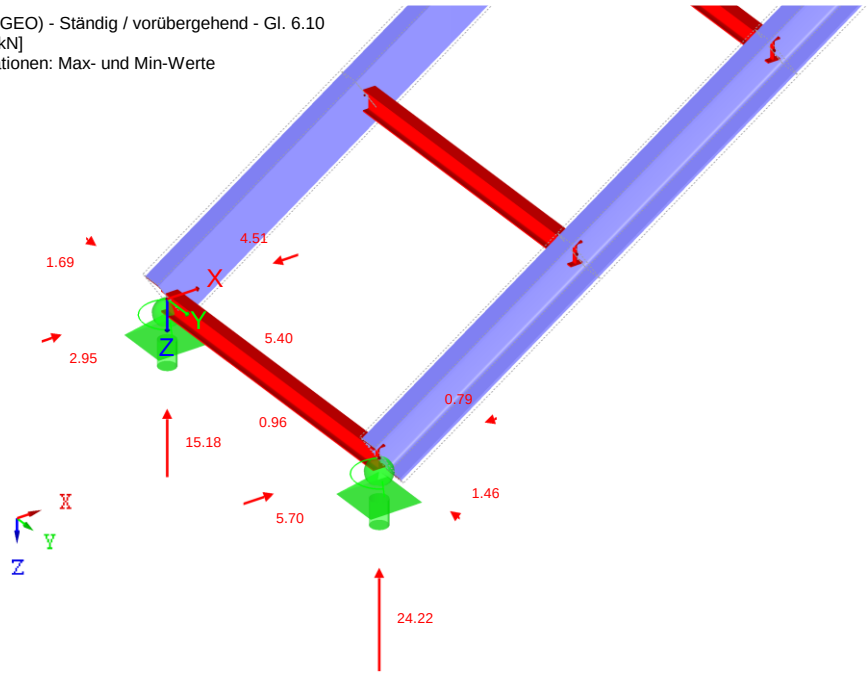
Isometrie



Max M-X': 0.00, Min M-X': 0.00 kNm
Max M-Y': 0.00, Min M-Y': 0.00 kNm
Max M-Z': 3.89, Min M-Z': -1.30 kNm

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Max P-X': 4.51, Min P-X': -11.10 kN
Max P-Y': 5.40, Min P-Y': -12.21 kN
Max P-Z': 45.88, Min P-Z': 0.00 kN

N_d = 25 kN Ansatz in FRILO als ständige, charakteristische Lasten → N_k = 25 kN/1,35 = <u>18,5 kN</u>
$V_{x,d}$ = 5,7 kN
$V_{y,d}$ = 15 kN (aus Anprall)
$M_{y,d}$ = 7,5 kNm (aus Anprall)
$M_{x,d}$ = 4,9 kNm
→ Verbindung wird für den maßgebenden Fall ‚Anprall' nachgewiesen.

Eingabedaten

Untergrund	Beton: ungerissen | C25/30; f_{ck} = 25,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 30,00 N/mm² | h = 300 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer) | (Bemessung)
Bewehrung	Flächenbewehrung: Normal | Randbewehrung: Keine Spaltbewehrung: Nicht Vorhanden
Anschlussprofil	UPE 180
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine Reinigungstyp: Pressluftreinigung(CAC), siehe Setzanweisung ETA-17/0127

Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
5916 210 999	**Ankerstange S-8.8 x 1000** - **Zuschnittlänge: 179 mm** - **Anzahl Zuschnitte je Ankerstange: 5**	**M10**	**1000 mm**	**25 mm**	**10**

Handelsübliche Gewindestange mit:

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1 der entsprechenden Zulassung
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004
- Markierung der Setztiefe

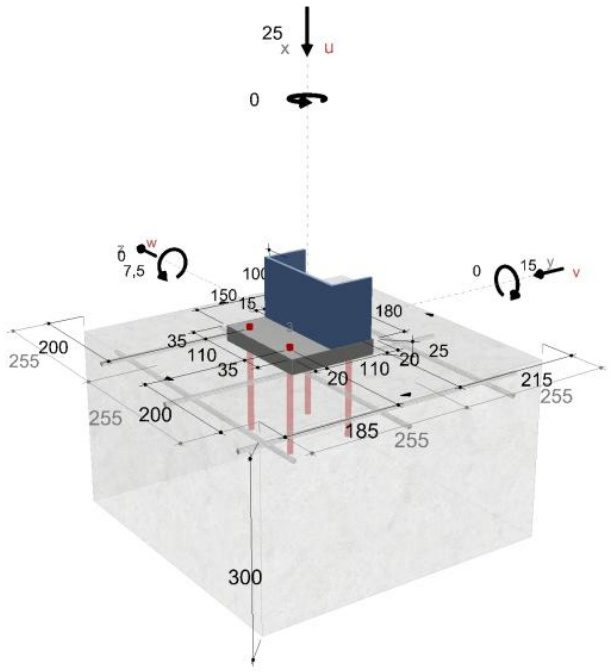
Mörtelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung
5918 500 320	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 320 ml
5918 500 420	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 420 ml
5918 503 825	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 825 ml
5918 504 280	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 280 ml

Gewählter Dübeltyp und Größe	**WIT-UH 300 + Ankerstange Meterware/ S M10**
Material	S 8.8
Effektive Verankerungstiefe	144 mm
Zulassung	ETA-17/0127 gültig ab 13.11.2020



Geometrie und Belastung:



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	V_{Edv} [kN]	V_{Edw} [kN]	M_{Edu} [kNm]	M_{Edv} [kNm]	M_{Edw} [kNm]	Belastungstyp
1		**-25,000**	**-15,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**-7,500**	**Normal**

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ [kN]	$(V^{Mx,i}_{Ed,y})$ [kN]	$(V^{Mx,i}_{Ed,z})$ [kN]	$(V^{Vy,i}_{Ed,y})$ [kN]	$(V^{Vz,i}_{Ed,z})$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ [kN]	$V^i_{Ed,z}$ [kN]	V^i_{Ed} [kN]
1	**0,000**	0,000	0,000	-3,750	0,000	**-3,750**	**0,000**	**3,750**
2	**23,425**	0,000	0,000	-3,750	0,000	**-3,750**	**0,000**	**3,750**
3	**0,000**	0,000	0,000	-3,750	0,000	**-3,750**	**0,000**	**3,750**
4	**23,425**	0,000	0,000	-3,750	0,000	**-3,750**	**0,000**	**3,750**

	$\Sigma N^i_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,y})$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,z})$ [kN]	$\Sigma (V^{Vy,i}_{Ed,y})$ [kN]	$\Sigma (V^{Vz,i}_{Ed,z})$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,z}$ [kN]	$\lvert\Sigma V^i_{Ed}\rvert$ [kN]
Summe	**46,851**	0,000	0,000	-15,000	0,000	**-15,000**	**0,000**	**15,000**

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Zug	**Stahlversagen**	**75,74 %**	**nachgewiesen**
Zug	Kombiniertes Versagen Herausziehen und Betonausbruch	69,14 %	nachgewiesen
Zug	Betonausbruch	64,12 %	nachgewiesen
Querkraft	Stahlversagen ohne Hebelarm	20,21 %	nachgewiesen
Querkraft	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Dübelgruppe)	8,84 %	nachgewiesen
Querkraft	**Betonkantenbruch**	**56,29 %**	**nachgewiesen**
Zug/Querkraft Kombination	Interaktion (Stahlversagen)	61,45 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	**Interaktion (Andere als Stahl)**	**99,72 %**	**nachgewiesen**

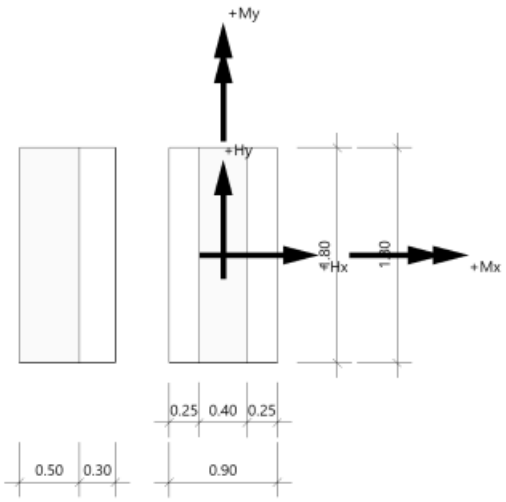
Mattenbewehrung Q335A oben und unten im Fundament

Position: Fu-11 (Streifenfundament) Aussentreppe - Treppenwangenfundament mit Anprall

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P07)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	0.90	1.80	0.30
Stütze	C 25/30	B500A	0.40	1.80	0.50

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser.

Boden

Nr	Bezeichung	d m	von m	bis m	γ kN/m³	γ' kN/m³	ϕ' °	c' kN/m²
1	Sonstiges	1.50	0.00	-1.50	18.50	11.00	30.0	0.00

Weitere Werte der Bodenschichten für die Setzungsberechnung

Nr	d m	von m	bis m	ν	E_s kN/m²	x	E* kN/m²	k m/s	Drainage
1	1.50	0.00	-1.50	0.2	2473.00	0.50	4946.00	$1.000*10^{-9}$	einseitig

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	36.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	2
2	O	Lastfall 2	0.0	0.00	7.50	15.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament mit Sockel bzw. Stütze 0.846 m³ / 21.15 kN. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt. Außergewöhnliche Lasten werden stets einzeln angesetzt, solange sie nicht durch Gruppendefinitionen zusammengebunden sind.

Flächenlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	h_E m	γ_E kN/m³	q kN/m²	R kN
1	1	0.30	18.00	0.00	8.7[1]

1 : Bruttowert. Bei der Bemessung wird diese Last noch um Köcher bzw. Stütze reduziert.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	A	1.1 x (1) + 1.0 x (2)
2	P	1.0 x (1)
3	A	0,95 bzw. 1 x (1) + 1.0 x (2)
4	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	A	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
6	P	1.35 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	2	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	2	0.00
Lagesicherheit	3	0.74
Setzungen	2	0.17[1]
Gleitsicherheit	4	0.46
Grundbruch	1	0.69

1 : zul. S = 2.0 cm

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{sx,u}$	5	6.0
Biegung $A_{sy,u}$	6	0.6
Biegung $A_{sx,o}$	5	6.0

Lagesicherheit nach DIN 1054:2021 Überlagerung

Nr	bei		m	$M_{Ed,dst}$ kNm	$M_{Ed,st}$ kNm	η
3	x	=	0.45	19.50	26.51	0.74
3	x	=	-0.45	0.00	46.01	0.00
3	y	=	0.90	0.00	53.02	0.00
3	y	=	-0.90	0.00	53.02	0.00

Lagesicherheit: stabilisierende und destabilisierende Momente um Aussenkanten
Die Teilsicherheitsbeiwerte der Überlagerungen sind Lastfallweise konstant.
Die vertikale Erddruckkomponente aus Fundamenteinbindung ist nicht berücksichtigt.

Klaffende Fuge

Klaffende Fuge nach DIN 1054:2021 Überlagerung

Nr	GZ	BS	N kN	e_x m	e_y m	$a^*/(1/6)$	$b^*/(1/9)$	η_G	$\eta_{G,Q}$
2	SLS	P	62.0	0.00	0.00	0.000/0.167		0.00	
2	SLS	P	62.0	0.00	0.00		0.000/0.111		0.00

$a^*=e_x/b_x+e_y/b_y$ $b^*=(e_x/b_x)^2+(e_y/b_y)^2$

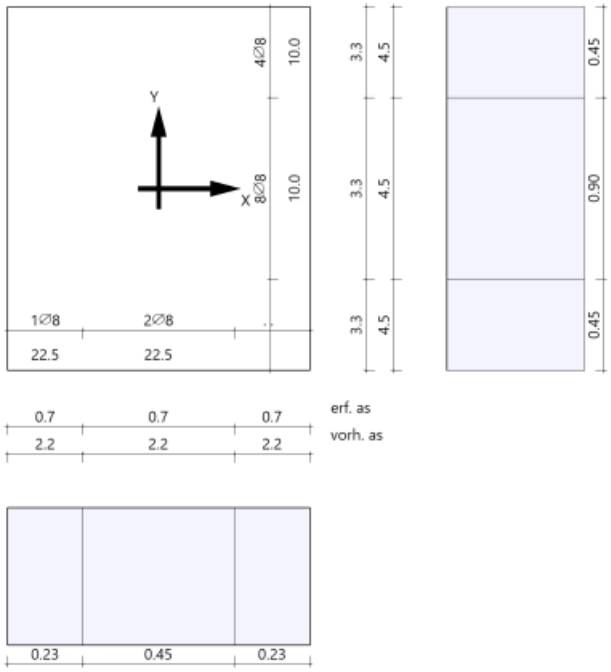
Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
5	**14.85**	0.00	-2.35	0.00	**6.0***	0.6	6.0*	0.0
6	3.21	**0.00**	0.00	0.00	6.0*	**0.6**	0.0	0.0
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)								

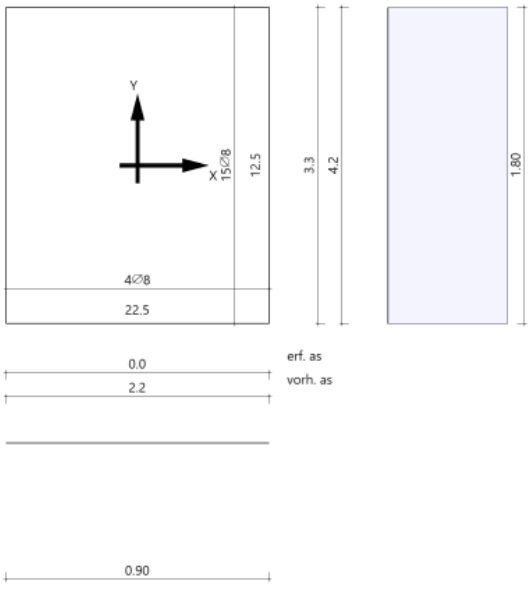
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.4 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 4.4 cm.
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 4.4 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 4.4 cm.
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



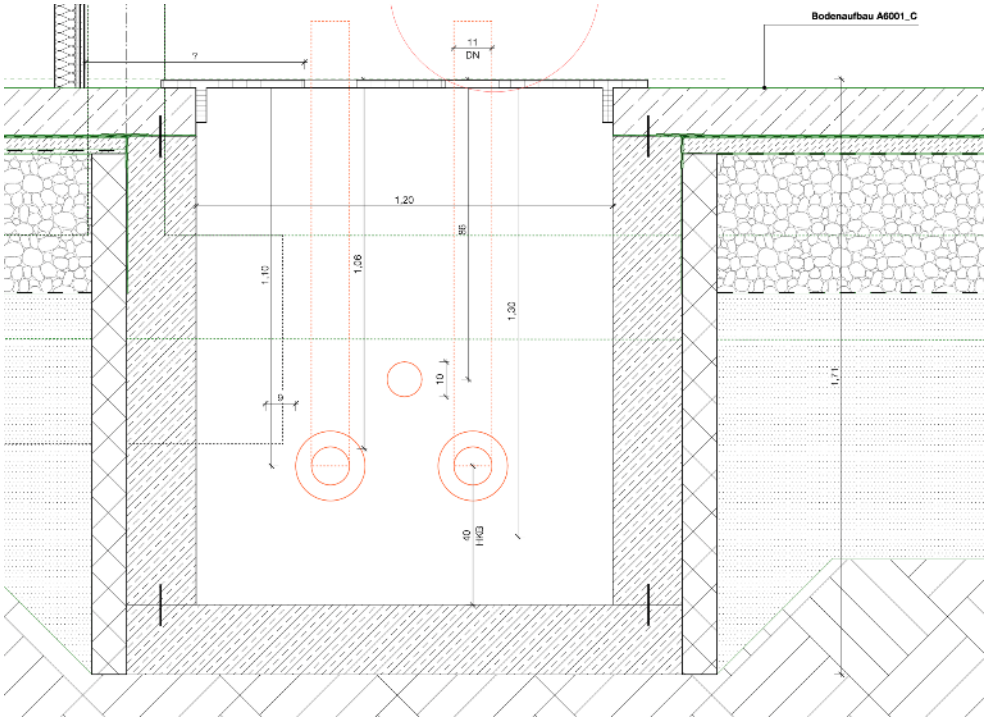
VIII.2. Fu-12 Gebäudeeinführung (Schacht Fernwärme)

Abmessungen	L/b/h = 1000/1200/1260 mm
Bodenplatte Fu-12	C30/37 (mittlere Festigkeitsentwicklung, r < 0,5), d = 20 cm, c_{nom} = 3,5 cm (XC2), unten und oben: Ø12/10 (aus Rissbreitenbegrenzung)
Schachtwand Wa-01	C30/37, d = 20 cm, c_{nom} = 3,5 cm (XC2), Q636A → $a_{s,vorh}$ = 6,36 cm²/m (aus Rissbreitenbegrenzung) auf jeder Seite

Vorbemerkung

Druckfeste Wärmedämmung unter die Sauberkeitsschicht legen. Es existieren keine speziellen WU-Anforderungen. Entwurfsgrundsatz b) wurde gewählt. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite erfolgt für die Platten für vollen späten Zwang. Der Schacht kann als Fertigteil ausgeführt werden.

Ausschnitt Architekturplan



Lasten

- Ansatz des Verdichtungserddrucks von **25 kN/m²** auf die Seitenwände (Bauwerk weitgehend unbeweglich):
- Ansatz des charakteristischen Erddrucks (aktiver Erddruck)
- Geländeauflast q_k = 5,0 KN/m² Kat C - Versammlungsräume.
- Ansatz des erhöhten aktiven Erddrucks für den Nachweis der inneren Standsicherheit.
- Keine direkte Einleitung von vertikalen Lasten in die Schachtwand

Tafel 11.34 Angaben zum Ansatz des Verdichtungserddrucks nach Abb. 11.34

Nachgiebigkeit der Wand	Breite des zu verfüllenden Raums B		Leichte Verdichtung (Betriebsmasse <250 kg)
	$B \leq 1{,}00$ m	$B \geq 2{,}50$ m	
gering	$e_{vh} = 25$ kN/m²; $z_a = 2{,}00$ m		$e_{vh} = 15$ kN/m²; $z_a = 2{,}00$ m
unnachgiebig	$e_{vh} = 40$ kN/m²	$e_{vh} = 25$ kN/m²	$e_{vgh} = 15$ kN/m²
	Für Zwischenwerte von B darf geradlinig interpoliert werden.		

Vgl. Verdichtungserddruck mit erhöhtem aktiven Erddruck gem. Schneider Bautabellen:

Tafel 11.39a Erddruckansatz in Abhängigkeit von der Nachgiebigkeit der Stützkonstruktion bei Dauerbauwerken[1)]

Zeile	Nachgiebigkeit der Stützkonstruktion	Konstruktion (Beispiele)	Erddruckansatz
1	nachgiebig	Stützwände, die während ihrer gesamten Nutzungszeit geringe Verformungen in Richtung der Erddruckbelastung ausführen können und dürfen. Zum Beispiel: Uferwände, auf Lockergestein gegründete Gewichtsmauern	aktiver Erddruck
2	wenig nachgiebig	Stützwände nach Zeile 1, bei denen während ihrer Nutzungszeit Verformungen in Richtung der Erddruckbelastung unerwünscht sind und die gegen den ungestörten Boden hergestellt worden sind.	erhöhter aktiver Erddruck $E'_{ah} = 0{,}75 \cdot E_{ah} + 0{,}25 \cdot E_{0h}$
3	annähernd unnachgiebig	Stützwände, die auf Grund ihrer Konstruktion unter der Erddruckbelastung anfänglich geringfügig nachgeben, sich dann aber nicht mehr verformen können oder dürfen, z. B.: Kellerwände und Stützwände, die in Bauwerke einbezogen sind und von diesen zusätzlich gestützt werden, Bemessung des stehenden Schenkels von Winkelstützwänden	erhöhter aktiver Erddruck im Normalfall: $E'_{ah} = 0{,}50 \cdot E_{ah} + 0{,}50 \cdot E_{0h}$ in Ausnahmefällen: $E'_{ah} = 0{,}25 \cdot E_{ah} + 0{,}75 \cdot E_{0h}$
4	unnachgiebig	Stützwände, die auf Grund ihrer Konstruktion weitgehend unnachgiebig sind, z. B.: auf Festgestein gegründete Stützwände als ebene Systeme und auf Lockergestein gegründete Stützwände als räumliche Systeme, z. B. Brückenwiderlager mit biegesteif angeschlossenen Parallel-Flügelwänden	erhöhter aktiver Erddruck $E'_{ah} = 0{,}25 \cdot E_{ah} + 0{,}75 \cdot E_{0h}$ in Ausnahmefällen bis Erdruhedruck

Schachttiefe: z = 1,26 m
Wichte der Verfüllung: $\gamma = 18$ kN/m³
Reibungswinkel $\varphi = 30°$ (verdichtet, nicht bindige Verfüllung → Sand/Kies)

Nach Rankine: Aktiver Erddruckbeiwert K_a ($\varphi = 30°$) = 0,33

Spannung am Wandfuß $\sigma_h = K_a \cdot \gamma \cdot z = 0{,}33 * 1{,}26\ m * 18\ kN/m^3 = 7{,}5\ kN/m^2 << 25\ kN/m^2$
→ Ansatz von Verdichtungserddruck ist ausreichend.

Bemessung

Begrenzung der Rissbreite Bodenplatte Schacht gem. DBV-Merkblatt ‚Begrenzung der Rissbildung':

Tabelle 7. Empfohlene Anhaltswerte der Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme
Table 7. Recommended calculation values of concrete tensile strength due to restraint from loss of the heat of hydration

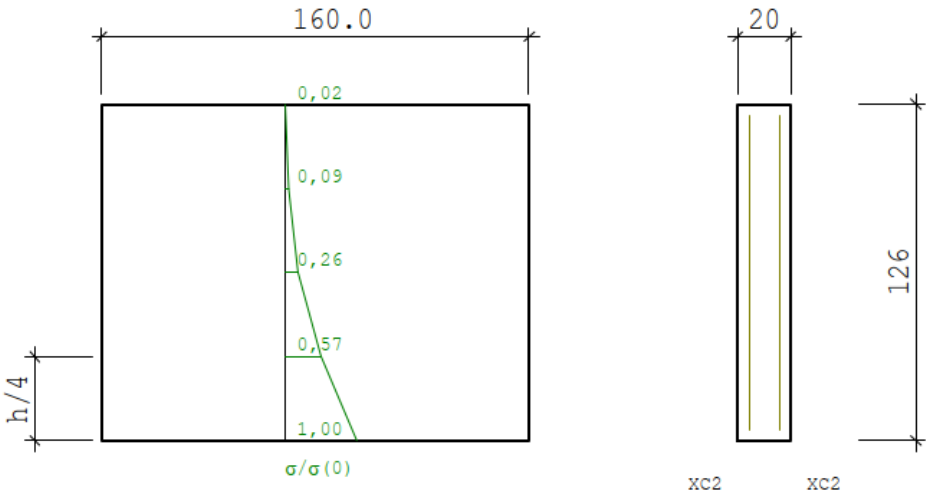
S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke *h*			
		≤ 0,30 m	≤ 0,80 m	≤ 2,0 m	> 2,0 m
1	langsam ($r < 0{,}30$) [1) 2)]	– [3)]	$0{,}60 f_{ctm}$	$0{,}70 f_{ctm}$ [4)]	$0{,}80 f_{ctm}$ [4)]
2	mittel ($r < 0{,}50$) [1)]	$0{,}65 f_{ctm}$	$0{,}75 f_{ctm}$	$0{,}85 f_{ctm}$	$0{,}95 f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0{,}50$) [1)]	$0{,}80 f_{ctm}$	$0{,}90 f_{ctm}$	$1{,}0 f_{ctm}$	$1{,}00 f_{ctm}$

Projekt		**JBH**		
Bauteil		Schacht Bodenplatte		0,2 m
			Allseitig	
Anforderungen				
Rechenwert Rissbreite		w_k =	0,30	mm
Baustoffe Geometrie				
Rechteckquerschnitt		h=	0,2	m
		b=	1	m
Betonfestigkeitsklasse		C	30/37	
Betonzugfestigkeit		f_{ctm} =	2,9	MN/m²
Festigkeitsentwicklung			mittel	
Betondeckung		nom c =	3,5	cm
max. Stabdurchmesser		$d_{s,vorh}$ =	12	mm
Nachweis Mindestbewehrung				
Einwirkung		Zentrischer Zug		
Ort des Zwangs		Im Bauteil		
Wirksame Zugfestigkeit		$f_{ct,eff}$ =	3	MN/m²
Berechnung Wirkungsbereich der Bewehrung				
		d_1	4,1	cm
		h/d_1	4,9	-
		$h_{c,eff,Zug}$	10,0	cm
		$A_{c,eff,Zug}$	1000	cm²/m
		$A_{c,t}$	1000	cm²/m
		k_c =	1	
		k =	0,80	
$\phi_s^* = \phi_s * 2{,}9/f_{ct,eff}$ =			11,60	mm
$\sigma = \sqrt{w_k} * 3{,}48 * 10^6/\phi^*$ =			300,0	MN/m²
$A_{s,min} = f_{ct,eff} * A_{ct}/\sigma_S$ =			10,00	cm²/m
		>	4,80	cm²/m
erforderliche $A_{s,min}$ je Lage =			**10,00**	**cm²/m**
Gewählte Bewehrung				
As =	11,31	cm²/m Lage		
	ϕ	12	/	10
zusätzl. A_s =	0,00	cm²/m Lage		
	ϕ	0	/	15
Eingelegte A_s je Lage =			**11,31**	**cm²/m**
Nachweis erfüllt				

Rissbreitennachweis der Wand mit FRILO

Position: Fu-12_Schachtwand-Rissbreite

Rissbreitennachweis (x64) B11 01/25 (FRILO R-2025-1/P07)
Maßstab 1 : 20



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN 1045-1 (2008)							
Betonstahl	BSt 500 SB						
Beton	C 30/37			t= 3 ... 5d	(normale Erh.)		
Betonzugfestigkeit	kFct(t)=	0.65	(nutzerdef.)		fcteff=	1.88	N/mm2
E-Modul Beton	αE	= 1.00	(Zuschlagstoffe)				
	kEc(t)	= 0.90	(nutzerdef.)		Ecm=	25448	N/mm2

KRIECHZAHL			
junger Beton	ϕt	= 0.36	(nutzerdefiniert)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		W0		
Bewehrungskorrosion		XC2		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 16	mm	
Vorhaltemaß	Δ_c	= 10	mm	
reduziertes cmin		Bk > Min		
Bügel	$c_{min,b}$	= 15	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 30	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 38	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 30	mm	
Anforderungsklasse		E		
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

WAND AUF FUNDAMENT

Abmessungen	B	=	0.20 m		H	=	1.26 m
	L	=	1.60 m				
Bewehrung	dli	=	4.6 cm		dre	=	4.6 cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage

Zement	: 32.5R;42.5			Z =	300 kg/m3		
tm	=	1.16 d		QH =	189 kJ/kg		
αb	=	0.73		TbH =	16.5 K		
TcO	=	20.0 °C		ktV =	0.50		
Tb,m	=	26.5 K		T_F =	15.0 °C		
αT	=	10 10-6/K		kV =	1.00		

Zwangsspannungen am Fußpunkt : σct = 2.94 N/mm2
Rechenwert Zwangsspannung bei H/4: kct,d= 0.39
σct,d= 1.15 N/mm2 < fcteff
Nzw,hydr= σct,d* Ac = 229.32 kN/m maßgebend
Nzw,max= k* fcteff* Ac= 376.54 kN/m k= 1.00

NACHWEIS RISSBREITE

Anforderungsklasse E zul.wk = 0.30 mm ds = 16.0 mm

Zwang aus Hydratation (Dauerlast ßt= 0.4)

zentr. Zwang	Nx	=	229.32 kN/m				
	ε2s	=	1.03 o/oo	Fs	=	229.3 kN/m	
	zentrischer Zug			Fcr	=	300.9 kN/m	
	heff	=	20.0 cm	Fcre	=	376.5 kN/m	
erforderlich:	Asli	=	5.57 cm2/m	Asre	=	5.57 cm2/m	

Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

Gewählt: Matte oben und unten Q636A → $a_{s,vorh} = 6{,}36\ cm^2/m > a_{s,erf} = 5{,}57\ cm^2/m$

Biegebemessung Schachtwand mit FRILO

Ansatz von: Verdichtungserddruck 25 kN/m² und Betongüte: C30/37

Gem. EC2 erfolgt die Bemessung der Kellerwand als oben gelagerter und unten eingespannter Plattenstreifen (b = 1,0 m). Berücksichtigung von Mindestbewehrung aus Rissbreitenbegrenzung.

Position: BTM+-001 Bemessung-Schachtwand

Mehrfeldträger Stahlbeton (x64) BTM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P07)

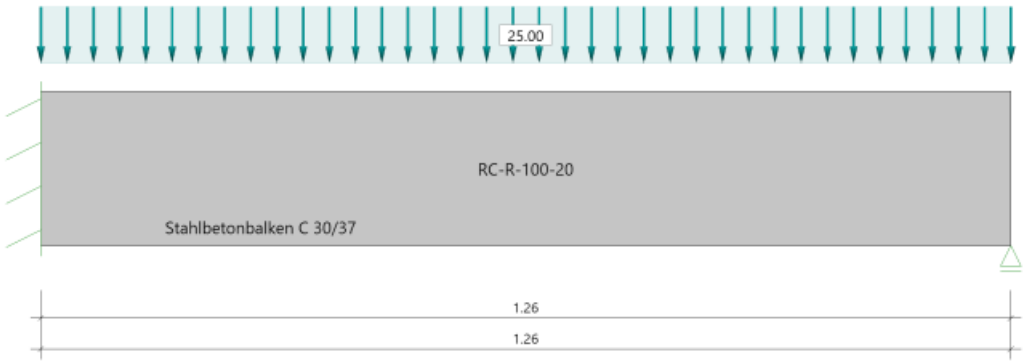
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 33000 N/mm²

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

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 30/37	f_{ck} =	30.00 N/mm²	E_{cm} =	33000 N/mm²		
Betonstahl B500A	f_{yk} =	500.00 N/mm²	E_s =	200000 N/mm²		
	$k(f_t/f_y)$ =	1.05	ε_{uk} =	25.0 °/₀₀	(Bügel und Längsbewehrung)	

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			100.0	20.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0
2	1.26	-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		1.26		25.00		Nein	ständig		

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{FI} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
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 ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		X0		
Bewehrungskorrosion		XC1		
Mindestbetonklasse		C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$ =	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ =	12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev} =	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$ =	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$ =	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ =	12	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$ =	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ =	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max} =	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50	%	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	30	N/mm2	
Belastungsalter	t_0 =	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$ =	2.42		
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$ =	-0.48	‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten =	3.0 cm	oben =	3.0 cm
	links =	3.0 cm	rechts =	3.0 cm
Bewehrungslagen	unten =	4.5 cm	oben =	4.5 cm

Abminderung der Stützmomente <= 15 %

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze kx < .45 wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal cot(Theta)/2.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide b = 0.0 cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
100.0/20.0	19.31	2.8	-19.31	2.8
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	0.07	0.07	-5.04	-5.04	15.5	0.03	0.0	2.8	1	2
	0.32	0.32	0.08	0.08	15.5	0.00	2.8	0.0	1	2
	0.79	0.79	3.77	3.77	15.5	0.03	2.8	0.0	1	2
	1.20	1.20	0.97	0.97	15.5	0.01	2.8	0.0	1	2

Am ersten Auflager sind mindestens 2.8 cm² zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 2.8 cm² zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

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

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
1	rechts	0.00	0.00	-6.70	-6.70	-6.70		15.5	0.04		2.8	1	2
2	links	0.00	1.26	0.00	0.00	0.00			0.00				1

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

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

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

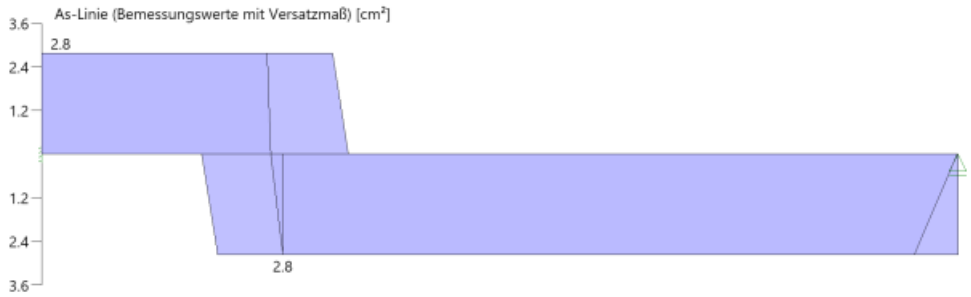
Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	0.73	0.0	0.0	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: ϕ_{eff} = 2.42 εcs = -0.48 ‰
Kombination charakteristisch
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung (l_{eff} / 300)

Feld	x [m]	fEllz,g [cm]	fEllz,g / l_{eff}	fEllz,$\phi\varepsilon$ [cm]	fEllz,$\phi\varepsilon$ / l_{eff}	fEll,$\phi\varepsilon$ [cm]	η
Feld 1	0.73	0.0	1/82256	0.01	1/24934	0.01	0.01

As-Deckungslinien



Grafik konnte nicht erzeugt werden.

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	19.7	19.7	-4.96	-4.96
2	1.26	ständig	11.8	11.8		

Erf. Bewehrung aus der Biegebemessung ist geringer als Grundbewehrung, die auf der Begrenzung der Rissbreite beruht:

Mattenbewehrung Q636A → $A_{s,vorh}$ = 6,36 cm²/m > 2,8 cm²/m = $A_{s,erf}$ (Biegung)

Bodenplatte Schacht

Ohne weiteren Nachweis, da analog zu Fu-07, Last aus Schachtwand kleiner als Verkehrslast

Last aus Schachtwand:

d_{Wand} = 0,2 m

h_{Wand} = 1,26 m

g_k = 25 kN/m3*0,2 m*1,26 m = 6,3 kN

g_d = 1,35 *6,3 = 8,5 kN/m

Pressung Bemessungswert: 25 kN/m^3*1,26 m *1,35 = 42,5 kN/m^2 << zul. Sohldruck.

VIII.3. Mobile Trennwand

VIII.3.1. Bemessung B-1-05-B

Querschnittsänderung	
Kehlbalken B-1-05	GL24h, b/h = 28/92 cm, mit Überhöhung 6,5 mm Ausführung mit Ausklinkung am direkten Auflager mit der Stütze b_{AK}/h_{AK} = 40/42 cm Querzugverstärkung 3x ASSY plus VG 4 CH Ø10x650 mm, 30 mm Versenkmaß, nachträgliche Verpfropfung
Stütze St-10 (eingespannt)	GL24h, b/h = 28/40 cm

Vorbemerkung

Der in der LP4 geplante Stahlrahmen entfällt. Stattdessen werden die Lasten aus der mobilen Trennwand vom Kehlbalken aus Brettschichtholz Pos. B-1-05. Dieser lagert direkt auf den eingespannten Stützen St-10 auf, die die Lasten in die Punktfundamente Fu-04 einleiten. Der Querschnitt des Kehlbalkens wurde gegenüber der LP4 angepasst, um die Lieferbarkeit zu gewährleisten (Breite) sowie die Anforderungen aus der Gebrauchstauglichkeit (Höhe) zu erfüllen. Die Torsionsbeanspruchung des Kehlbalkens infolge Anprall an die Trennwand kann vernachlässigt werden, da der Balken je im Abstand von 1,25 m durch den Anschluss der Dachsparren beidseitig gehalten ist.

Lasten

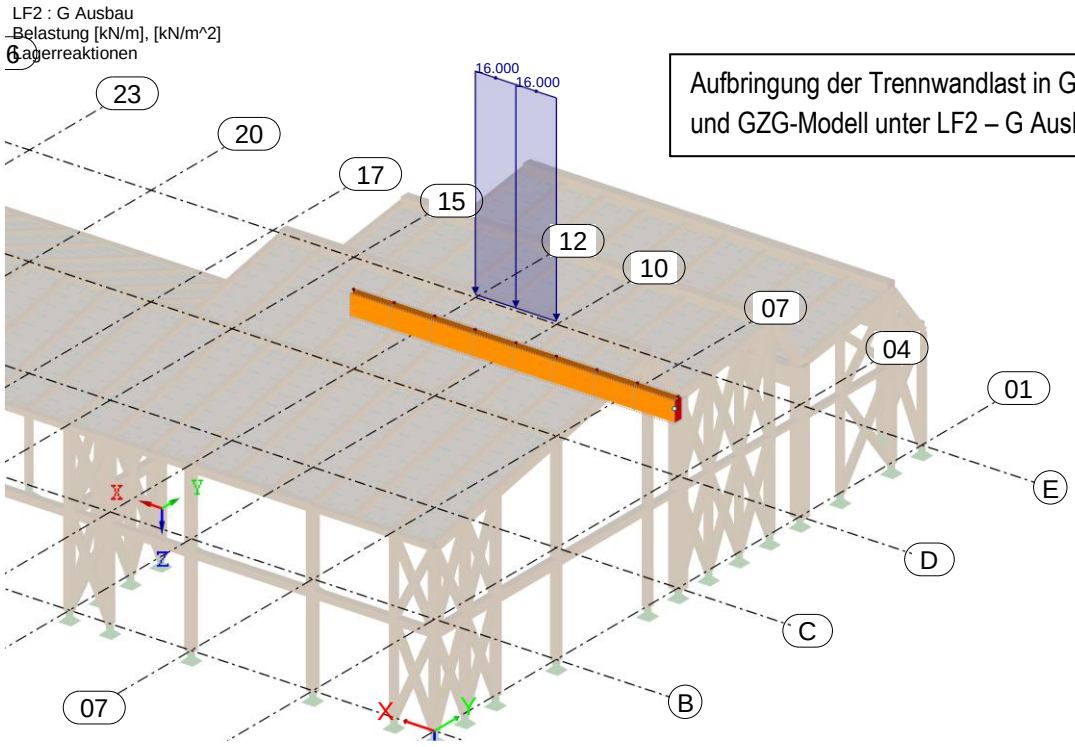
Spezifikation der Trennwandlasten gem. LP4.

Die ungünstigste Laststellung, d.h. mit der größten Verformung in Balkenmitte ergibt sich, wenn die Trennwand in Balkenmitte zusammengeschoben wird. Es wird angenommen, dass sich die Last über 2,5 m (2x1,25 m) verteilt.

Szenario Trennwand als konzentrierte Last (mittig):

$G_{k,TW} = g_k * l_{Träger}$ = 3,4 kN/m * 11,25 m = 38,3 kN

Wenn Last auf 2,5 m verteilt wird: $g_{k,TW}$ = 15,3 ≈ **16 kN/m**



Aufbringung der Trennwandlast in GZT- und GZG-Modell unter LF2 – G Ausbau

Bemessung

Begrenzung der Durchbiegung gemäß Norm:

Kriterium Anfangsdurchbiegung

$w_{inst,max}$ (L/300) = 11250 mm/300 = **37,5 mm**

($w_{inst,max}$ (L/500) = 11250 mm/500 = **22,5 mm**)

Kriterium Enddurchbiegung

$w_{fin,max}$ (L/150) = 11250 mm/150 = **75 mm**

($w_{fin,max}$ (L/300) = 11250 mm/300 = **37,5 mm**)

Kriterium Enddurchbiegung abzgl. Überhöhung

$w_{fin,max}$ (L/250) = 11250 mm/250 = **45 mm**

($w_{fin,max}$ (L/350) = 11250 mm/350 = **32,1 mm**)

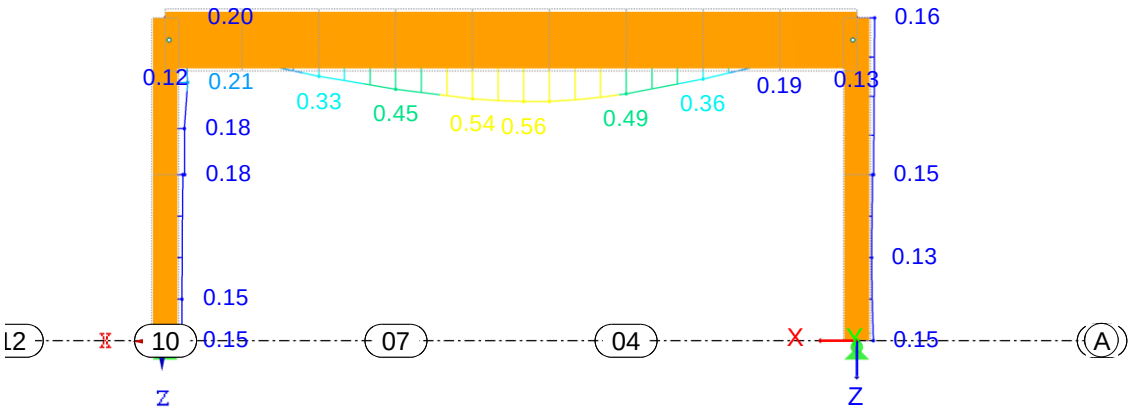
Der Nachweis erfolgt am Gesamtmodell, separat für **GZT** und **GZG**.

GZT:

Träger	**B-1-05**	**μ_{max} = 0,56 < 1,0 → OK.**
Stützen	**St-10**	**μ_{max} = 0,21 < 1,0 → OK.**

RF-HOLZ Pro FA1
Tragfähigkeit - Querschnittsnachweis

In Y-Richtung

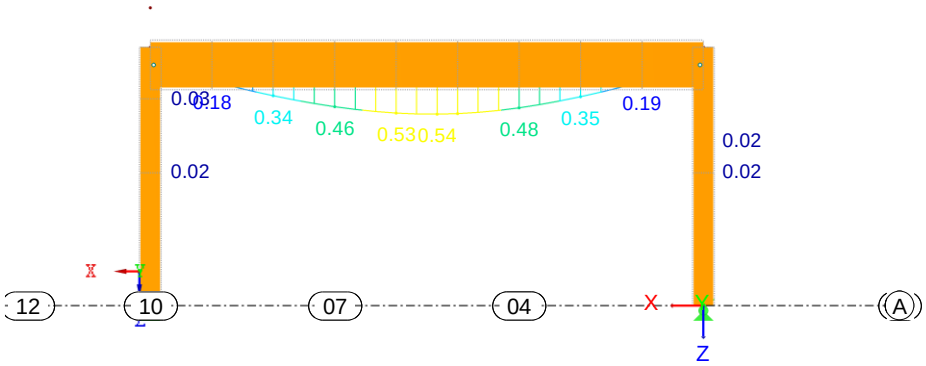


Stäbe Max Nachweis: 0.56

GZG:

RF-HOLZ Pro FA1
Tragfähigkeit - Querschnittsnachweis

In Y-Richtung



Stäbe Max Nachweis: 0.54

Da die Anforderungen an die maximale Durchbiegung durch die Trennwand strenger sind, werden die Anfangs- und Enddurchbiegung im Folgenden separat betrachtet und die Überhöhung des Brettschichtholzträger davon abgeleitet.

Aus RFEM-Gesamtmodell:

$w_{inst,LF1\text{-}G\ Konstruktion}$ = 3,4 mm

$w_{inst,LF2\text{-}G\ Ausbau}$ = 7,5 mm (mit TW)

$w_{inst,LF2\text{-}G\ Ausbau}$ = 2,5 mm (ohne TW)

Differenz → nur Trennwand: $w_{inst,LF2\text{-}G\ Ausbau}$ = 5,0 mm

$w_{inst,LF3\text{-}G\ PV}$ = 0,6 mm

$w_{inst,Gtot}$ = 3,4 mm + 7,5 + 0,6 mm = 11,5 mm

w_c = 3,4 mm + 2,5 + 0,6 mm = 6,5 mm → **Überhöhung des Trägers um 6,5 mm.**

$w_{inst,LF5\text{-}Schnee\ verweht\ 1}$ = 4,6 mm

Nach Berücksichtigung der Überhöhung, ergibt sich die reelle Durchbiegung ergibt wie folgt:

<u>Anfangsdurchbiegung</u>

$w_{inst,LF5\text{-}Schnee\ verweht\ 1}$ + $w_{inst,LF2\text{-}G\ Ausbau}$ (Trennwand) = 4,6 + 5,0 = <u>9,6 mm < 10 mm OK.</u>

<u>Enddurchbiegung</u>

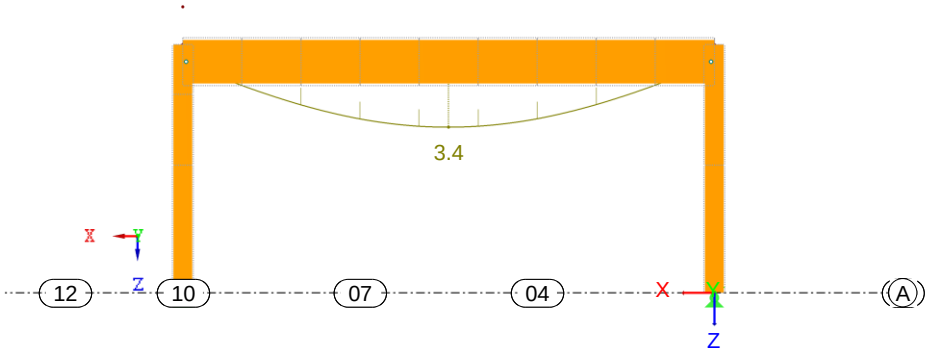
Enddurchbiegung mit Kriechen (mit k_{def} = 0,6 für BSH und NKL1)

$w_{fin} = w_{inst,Gtot} * k_{def} + w_{inst,Schnee} * \psi_{2,1} * k_{def}$ = 11,5 mm *0,6 + 4,6*0*0,6 = <u>6,9 mm < 10 mm → Nachweis OK.</u>

<u>Plots Durchbiegung u_z lastfallweise (Gesamtmodell GZG RFEM):</u>

LF1 : G Konstruktion
Globale Verformungen u-Z [mm]

In Y-Richtung

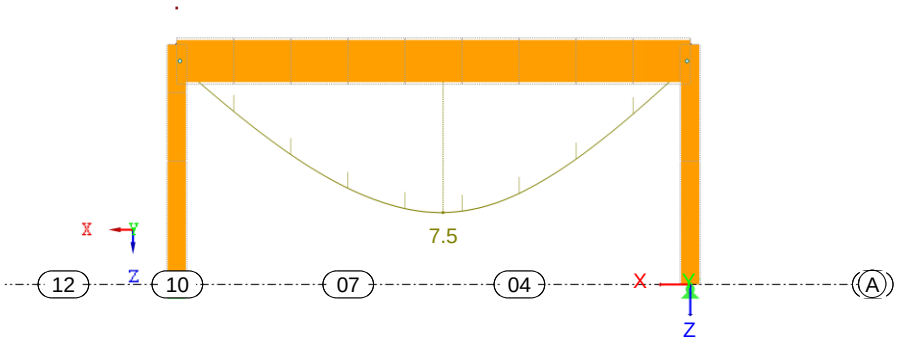


Faktor für Verformungen: 410.00
Max u-Z: 3.4, Min u-Z: 0.0 mm

LF2 : G Ausbau
Globale Verformungen u-Z [mm]

In Y-Richtung

Mit TW

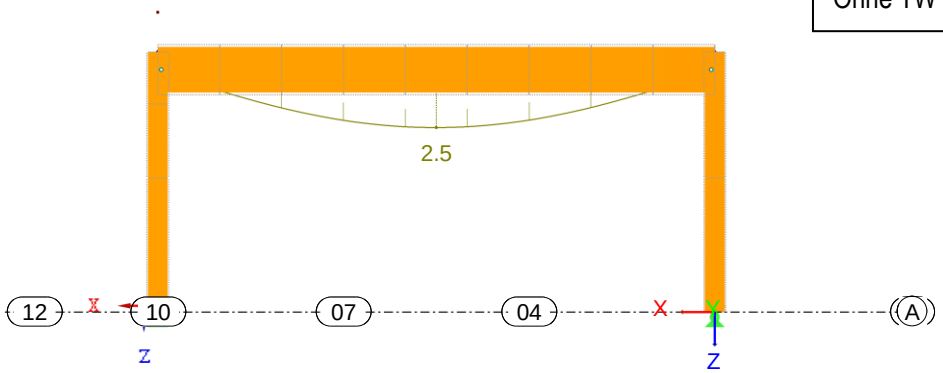


Faktor für Verformungen: 440.00
Max u-Z: 7.5, Min u-Z: 0.0 mm

LF2 : G Ausbau
Globale Verformungen u-Z [mm]

In Y-Richtung

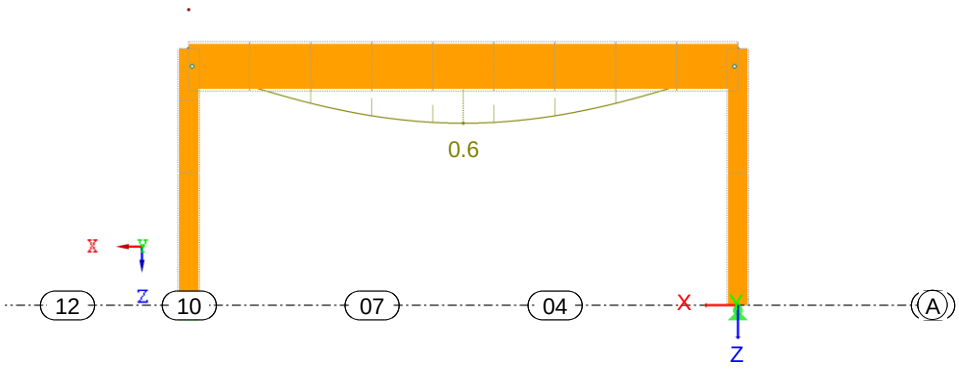
Ohne TW



Faktor für Verformungen: 460.00
Max u-Z: 2.5, Min u-Z: 0.0 mm

LF3 : G PV
Globale Verformungen u-Z [mm]

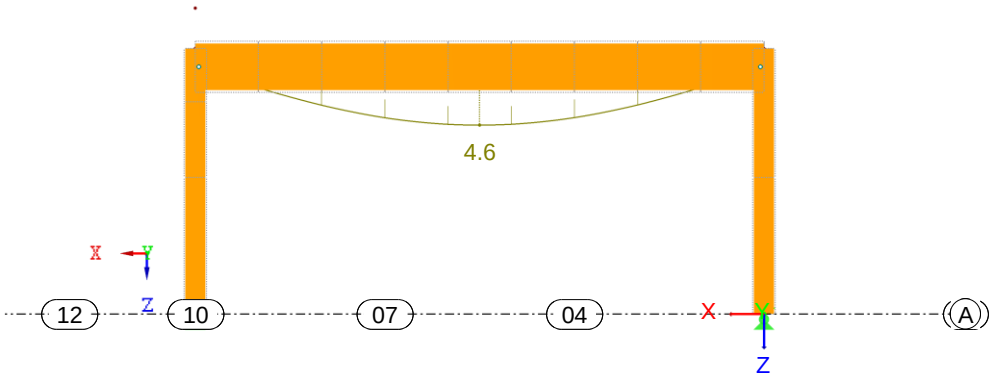
In Y-Richtung



Faktor für Verformungen: 2000.00
Max u-Z: 0.6, Min u-Z: 0.0 mm

LF5 : Schnee verweht 1
Globale Verformungen u-Z [mm]

In Y-Richtung



Faktor für Verformungen: 250.00
Max u-Z: 4.6, Min u-Z: 0.0 mm

VIII.3.2. **Nachweis der Ausklinkung B-1-05-B**

Vorbemerkung

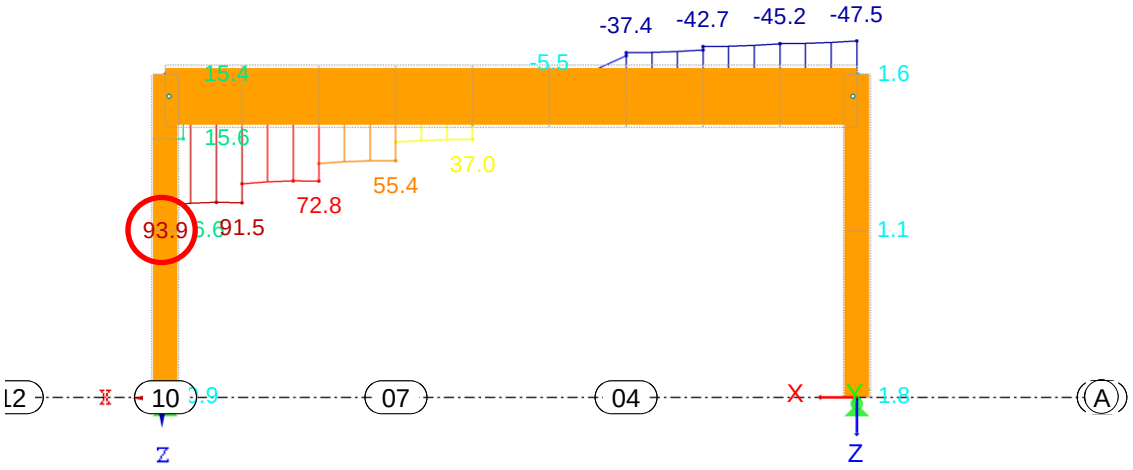
Direktes Auflager von B-1-05 auf Stützen St-10. Es wird geprüft, ob eine Auflagerverstärkung sowie die Querzugverstärkung des Kehlbalkens im Bereich der Ausklinkung nötig wird.

Lasten

Nachweis der Auflagerkräfte wie in LP4 unter zusätzlicher Berücksichtigung der Lasten aus der mobilen Trennwand.

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-z
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max-Werte

In Y-Richtung



Stäbe Max V-z: 93.9, Min V-z: -47.5 [kN]

Ermittlung der Bemessungslast für den Nachweis der Auflagerpressung sowie der Ausklinkung:

Zusätzl. Vertikalkraft auf die Auflagerfläche durch konservative Annahme, dass Trennwand auf einer Seite zusammengeschoben wurde (nur zusätzl. Ansatz der halben Last, da in der Mitte bereits Ausbaulasten angesetzt wurden.

$G_{k,TW} = g_k * l_{Träger}$ = 3,4 kN/m * 11,25 m = <u>38,3 kN</u>

V_{Ed} = 94 kN + 38,3 kN*1,35*0,5 = **<u>120 kN</u>**

Eine Sicherung des Kehlbalkens gegen Verdrehung ist nicht nötig, da alle 1,25 m entlang des Kehlbalkens beidseitig die Dachsparren anschließen. Zudem schafft die Beplankung zusätzliche Steifigkeit.

Bemessung

Auflagerfläche A = 28 x 40 cm (entspricht Querschnitt der Stütze St-10, auf der der Balken B-1-05 aufliegt).

→ Kons. Annahme: Pressung ist nicht gleichmäßig → Ansatz einer verminderten Auflagerfläche: <u>A = 24 x 36 cm</u>

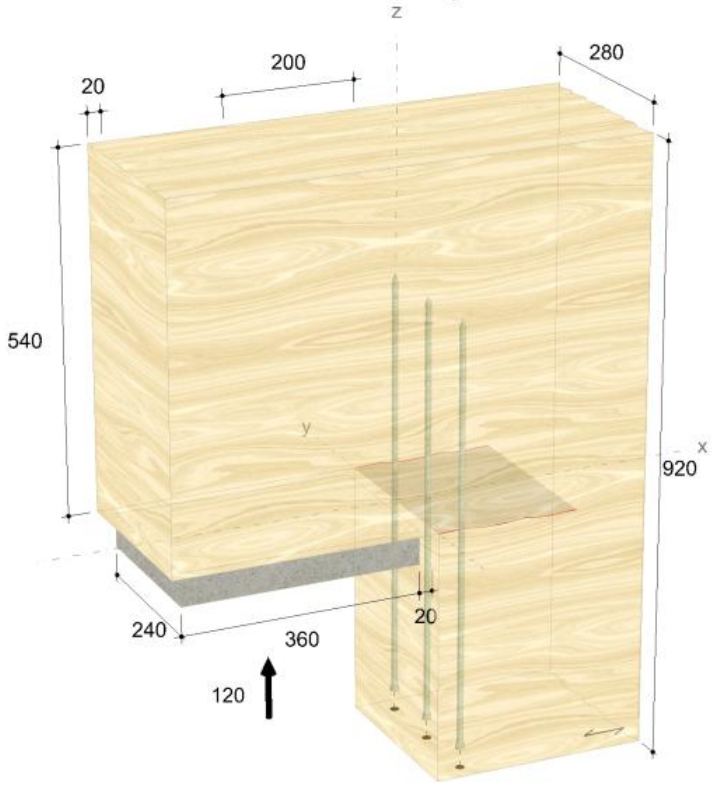
<u>Nachweis Pressung reduzierter Stützenquerschnitt</u>

k_{mod} (NKL1, KLED ständig) = 0,6 → $f_{c,0,d}$ = 0,6*24 MPa/1,3 = 11 MPa
σ_{Ed}= 146‘000 N / (240*360 mm²) = 1,69 MPa > σ_{Ed} = $f_{c,0,d}$ (GL24h) = 11 MPa

Nachweis Verstärkung der Ausklinkung

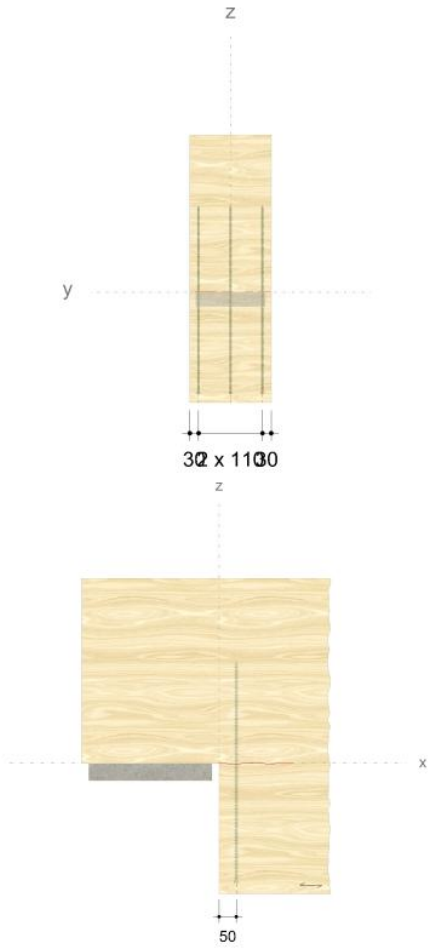
Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**3 x ASSY® plus VG 4 CH Ø10 x 650 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 0106 50 (VE 25 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 280 mm | Höhe = 920 mm | Resthöhe = 540 mm
Auflager	Breite = 240 mm | Länge = 360 mm
	Überstand = 20 mm | Abstand = 20 mm | Abstand Wirkungslinie = 200 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 120,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = mittel
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Schrauben nicht vorgebohrt
	Verschraubung Unterkante Träger | Vorgabe Versenkmaß = 30 mm
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm



Montagedaten

Abstände [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	$5d$	50	50	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	$3d$	30	30	ETA-11/0190
a_2	$2{,}5d$	25	110	ETA-11/0190



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

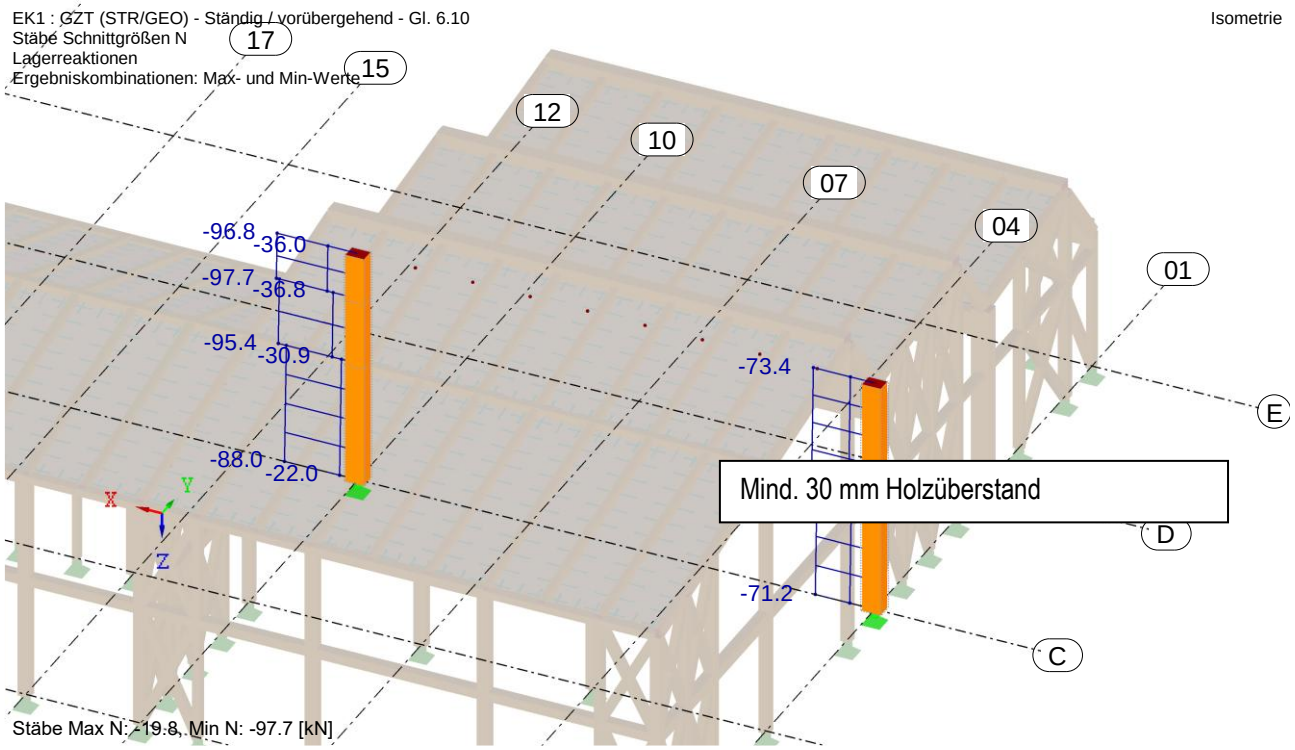
Bemessungslast $V_{Ed} = 120{,}00\,kN$

Nachweise (Ohne Verstärkung)	Ausnutzung
Auflagerdruck ohne Verstärkung	46,43 %
Schubspannung im Restträger	77,38 %
Schubspannung am ausgeklinkten Auflager	251,01 %

Nachweise (Mit Verstärkung)	Ausnutzung
Biegespannung am ausgeklinkten Auflager	14,77 %
Querzugverstärkung der Ausklinkung	98,21 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Es treten keine Zugkräfte an der Verbindung von Kehlbalken und Stütze auf. Die Verbindung wird überdrückt.

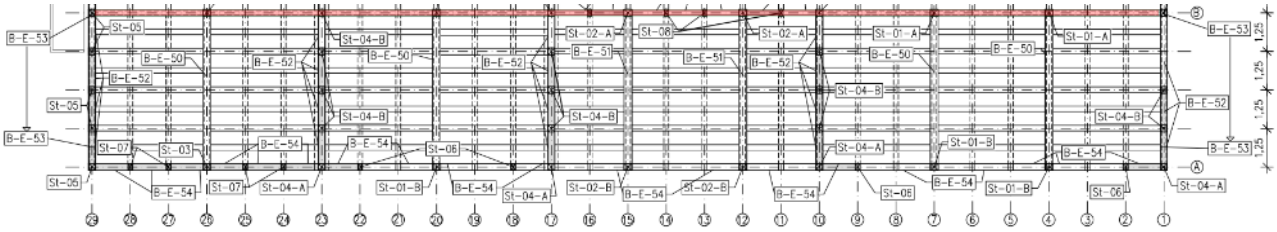


VIII.3.3. **Bemerkung zu Fu-04**

Die Lasten auf das Fundament vermindern sich gegenüber der LP4-Bemessung aufgrund des Entfalls des Stahlrahmens. Der Nachweis unter Berücksichtigung von Anpralllasten wurde bereits unter VII.4.4 geführt.

VIII.4. Berücksichtigung Geländerlasten Galerieebene

Verlaufslinie des geplanten Geländers (Achse B)



Vorbemerkung

Das Gebäude ist dafür ausgelegt, dass nachträglich eine Galerieebene eingebaut werden kann. Dementsprechend sind die Einwirkungen aus einem Geländer bei der Bemessung der Randbalken der Geschossdecke zu berücksichtigen (Torsion aus Horizontallast). Der Verdrehung des Balkens wird durch die Ausbildung einer Deckenscheibe mit 2x 30 mm Sperrholz vorgebeugt. Ggfs. Querhölzer mit L = 62,5 cm vorsehen (alle 1,25 m → entspricht Raster der Befestigungspunkte).

Als Randbalken sind vorgesehen:

- B-E-55
- Decke ü. EG:
  - Ziegel
  - Schüttung
  - 2x Sperrholz, d = 30 mm
  - VH C24 b/h = 18/22, e = 62,5 cm
  - Max. Spannweite Balkenträger L = 3,75 m

Geländer steht bis auf Höhe von 1,0 m ü. OK. FFB Galerieebene.
Verankerungspunkt im Balkenträger 22 cm u. OK FFB Galerieebene (aufgrund von Aufbau

Lasten

Annahme: Insgesamt 4 Anschlusspunkte des Geländers im Abstand von je 1,25 m.

Eigenlasten

Vertikal	g_k =	0,5 kN/m

Holmlasten

Vertikal	$q_{Holm,v}$ =	1,0 kN/m
Horizontal	$q_{Holm,h}$ =	1,0 kN/m

Result. Moment m_k = 1,0 kN/m* (1,0 m + 0,22 m) = 1,22 kNm/m

Momentenbeanpruchung wird übertragen auf das Bauteil, an den der Balkenträger anschließt

Anschlusslasten aus Geländer

Moment, das von der Verbindung am Balkenende aufgenommen werden muss:

M_k = 1,22 kNm/m*3,75 m / 2 = 2,3 kNm

H_k = 1,0 kN/m*3,75 m / 2 = 1,9 kN

$V_{q,k}$ = 1,0 kN/m*3,75 m / 2 = 1,9 kN

$V_{g,k}$ = 0,5 kN/m*3,75 m / 2 = 0,94 kN

Diese Lasten sind zusätzlich zu den Reaktionskräften des Balkenträgers ‚NT Geschossdecke' (s. LP4-Bericht, S. 220) aufzubringen:

Auflagerkräfte

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	5.00	5.00		
		Kat. E: Lagerflächen		5.81		
2	3.75	ständig	5.00	5.00		
		Kat. E: Lagerflächen		5.81		

Ausnutzung des Balkens ohne Geländerlasten (Auszug LP4):

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Biegung}$	η_{Schub}	$\eta_{c,90}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.77	0.54	-	1)	
Tragfähigkeit	Brand	0.40	0.26	-	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch					0.97

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Die Einwirkungen aus dem Geländer wurden bisher noch nicht berücksichtigt. Die reale Länge des Nebenträgers wurde berücksichtigt (bei Annahme einer indirekten Lagerung).

L_{eff} = 3,75 m – 0,22 m = 3,53 m

Der Nachweis erfolgt mit FRILO.

Position: NT_Geschossdecke_System_1(plus-Gelaender, reelle Laenge) B-E-53

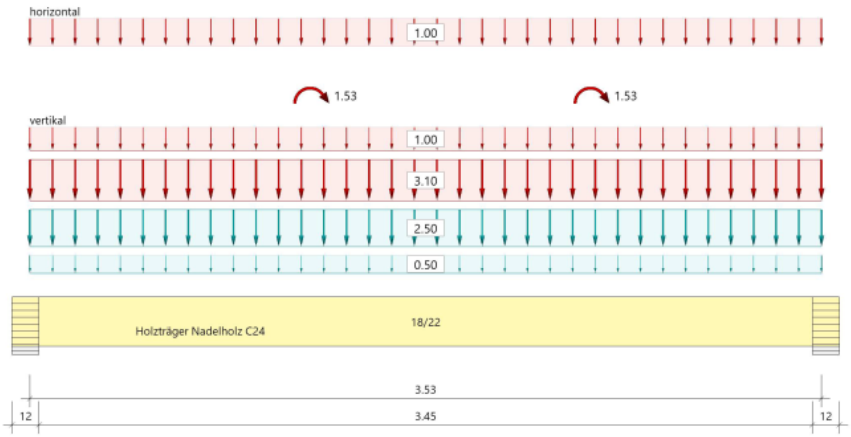
Mehrfeldträger Holz (x64) HTM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P07)

Grundparameter

Holzträger 2-achsig Nadelholz C24 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

System

Systembild



Material

Nadelholz C24, gemäß EN 338:2016

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm²]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm²]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm²]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm²]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm²]	G_{mean} G_{05} [N/mm²]	ρ_k ρ_m [kg/m³]
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420

$f_{m,k}$: 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 [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
18/22	15972	10692	1452	1188	396.0

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	k_{c90}	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	12.0	12.0	1.50	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.53	12.0	12.0	1.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in den Drittelspunkten am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt	Phi
System	1	moment	1.25	1.53	kNm	außergewöhnlich			90.00
	2	moment	2.50	1.53	kNm	außergewöhnlich			90.00

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	Moment aus Geländer horiz.
2	Moment aus Geländer horiz.

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt	Phi
System	3	GL		3.53		2.50		Nein	ständig			
	4	GL		3.53		3.10		Ja	Kat. E			
	5	GL		3.53		0.50		Nein	ständig			
	6	GL		3.53		1.00		Ja	außergewöhnlich			
	7	GL		3.53		1.00		Ja	außergewöhnlich			90.00

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

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
5	Geländer
6	Geländer vert.
7	Geländer horiz.

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 59 kg mit Gamma = 4.20 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$	KLED
ständig				1.00	1.35	
Kat. E: Lagerflächen	1.00	0.90	0.80		1.50	lang
außergewöhnliche Einwirkungen					1.00	sehr kurz

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3
Es wird immer nur eine außergewöhnliche Last angesetzt. Mehrere außergewöhnliche Lasten werden nur dann gemeinsam berücksichtigt, wenn sie über Zusammengehörigkeitsgruppen verknüpft wurden.

Ergebnisse

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 ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
KLED bei Wind	:	Mittelwert aus kurz und sehr kurz

Nutzungsklasse	1	:	geschlossen und beheizt	
Heissbemessung		:	keine Vorgabe	
Feuerwiderstandsklasse	R30		Abbrand unten links rechts	
Abbrandraten nach Norm		=	0,80	mm/min
Schubspannungen		=	Tau mit red. Q	
Anfangsdurchbiegung	w_{inst}	=	l/300	
Enddurchbiegung	$w_{net,fin}$	=	l/300	
	w_{fin}	=	l/200	

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Biegung}$	η_{Schub}	$\eta_{c,90}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.74	0.55	-	0.74	
Tragfähigkeit	Brand	0.39	0.27	-	0.39	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.38	0.28	-	0.38	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch					0.88

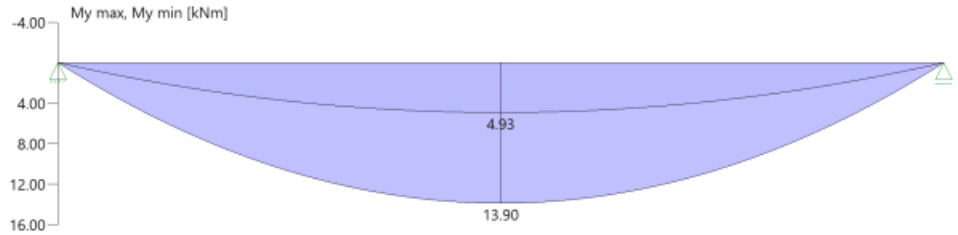
Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	η_{Schub}	$\eta_{Biegung}$	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	18/22	-15.7	13.90	0.0	0.00	0.55	0.74	0.74
außergewöhnlich	18/22	-10.5	9.28	0.0	0.00	0.28	0.38	0.38
Brand	18/22	-10.0	8.79	0.0	0.00	0.27	0.39	0.39

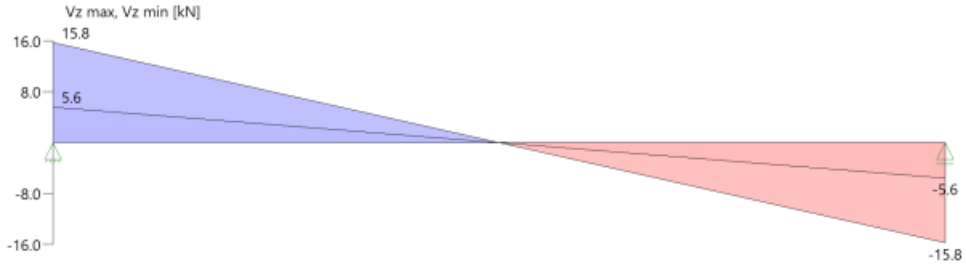
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



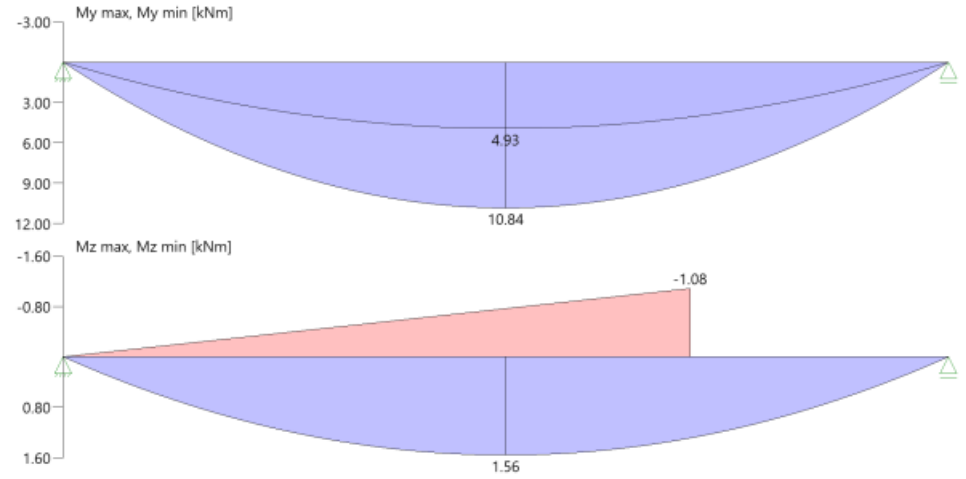
Umhüllende der Querkräfte



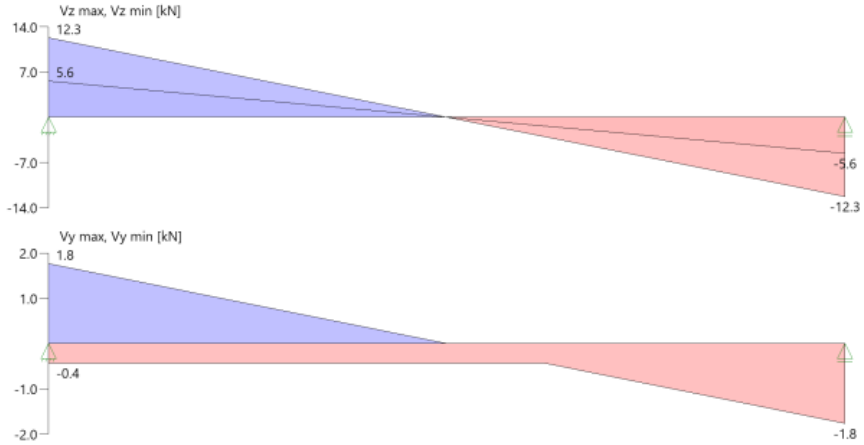
Tragsicherheit - Lastkombination außergewöhnlich

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



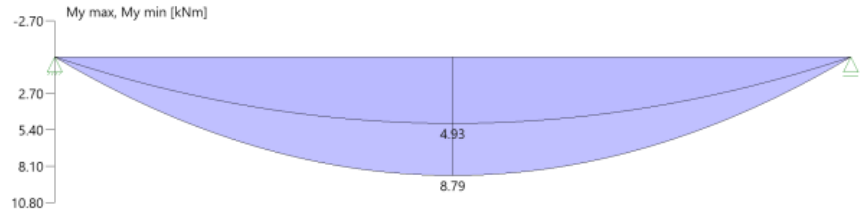
Umhüllende der Querkräfte



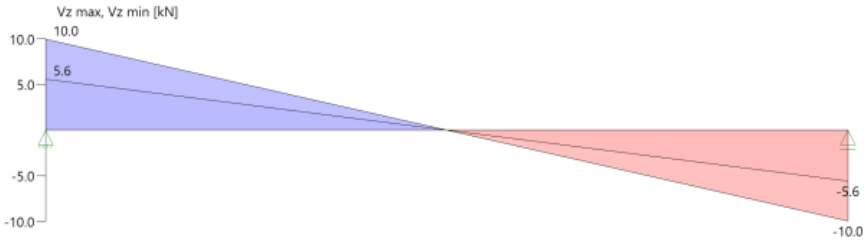
Tragsicherheit - Lastkombination Brand

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Auflagerkräfte

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]	$R_{y,min}$ [kN/m]	$R_{y,max}$ [kN/m]	$M_{z,min}$ [kNm/m]	$M_{z,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig	5.59	5.59						
		Kat. E: Lagerflächen		5.47						
		außergewöhnliche Einwirkungen		1.77			-0.43	1.77		
2	3.53	ständig	5.59	5.59						
		Kat. E: Lagerflächen		5.47						
		außergewöhnliche Einwirkungen		1.77				1.77		

VIII.4.1. **Anschluss Nebenträger-Hauptträger Geschossdecke (D-213)**

Nebenträger Geschossdecke (Randträger)	GL24h, b/h = 18/22 cm
Hauptträger Geschossdecke (maßgebend)	GL24h, b/h = 22/28 cm
Stütze St-04-B (z.B.)	GL24h, b/h = 20/22 cm
Verbinder	RICON S140/60 gem. ETA 10/0189 o.glw. Kragenbolzen: VK D12 Hauptträger: 8xKnapp SK-Schrauben Ø8x80 mm Nebenträger: 8xKnapp SK-Schrauben Ø8x160 mm
Gekreuzte Schraubenpaare (je oben/unten)	2x ASSY 3.0 SK Ø12x200 mm o.glw., 30 mm Versenkmaß Nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkung

In der Achse B/10-29 wird im 1. OG (Galerieebene) ein Geländer als Absturzsicherung befestigt. Durch das enge Raster von Stützen und Aussteifungsdiagonalen kann im Bereich B/10-17 ein Geländerholm an den Stützen befestigt werden.

Im Bereich B/17-29 wird ein Geländer geplant, das im randseitigen Nebenträger der Geschossdecke verankert wird. Dies ist alternativ auch für den Bereich B/10-17 möglich.

Es wird nachgewiesen, dass der in der LP4 geplante indirekte Anschluss des Nebenträgers der Geschossdecke (Randbalken) der Galerieebene auch unter Ansatz der Geländerlasten funktioniert. Dabei wird die halbe Lasteinzugsbreite des Randbalkens für Ausbau- und Verkehrslast berücksichtigt.

Lasten

Aus FRILO:

Nebenträger im Feld

Charakteristisch:

Ständig
$V_{g,Balken/Ausbau,k}$ = 5,59 kN

Verkehrslast
$V_{q,k,Kat.E}$ = 5,47 kN

Bemessungslast:
V_d = 1,35*5,59 + 1,5*5,47 kN = **15,75 kN**

NKL1, KLED: mittel → k_{mod} = 0,8

Randträger mit Geländerbeanspruchung

Charakteristisch:

Ständig
$V_{g,Balken/Ausbau,k}$ = 5,59 kN/2 = 2,80 kN
$V_{g,Geländer,k}$ = 0,5 kN/m*3,75 m / 2 = 0,94 kN

Verkehrslast
$V_{q,k,Kat.E}$ = 5,47 kN/2 = 2,74 kN

Außergewöhnlich
M_k = 1,0 kNm/m*3,75 m / 2 = 1,88 kNm
H_k = 1,0 kN/m*3,75 m / 2 = 1,9 kN
$V_{q,k}$ = 1,0 kN/m*3,75 m / 2 = 1,9 kN

NKL1, KLED: s.k.→ k_{mod} = 1,1

Aufnahme der ‚gesammelten' Horizontalkräfte an den Enden der Nebenträger → Beanspruchung der Einschubverbinder in horizontaler Richtung:

H_d = **1,9 kN**

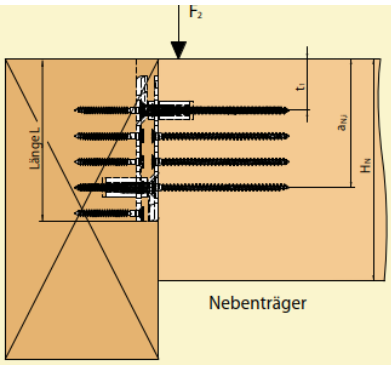
Bemessung

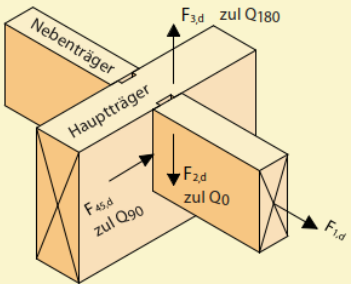
Gewählt: **RICON S140/60 VS** mit 7x VG-Schrauben Ø8x160 mm

Anschluss von KVH C24 an GL24

Mindestquerschnitte ohne Querzugverstärkung

Ricon® S	Haupt-Nebenträgerverbindungen					
	Breite B_N	Höhe H_N	Abstand $a_{N,i}$	Abstand t_1	Länge L	Verhältnis $a_{N,i}/H_N$
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
140/60	100	160	115	55	155	0,72
170/60	100	200	140	50	180	0,70
200/60	100	240	170	50	210	0,71
230/60	100	280	200	50	240	0,71
200/80	120	220	170	50	210	0,77
230/80	120	260	205	55	245	0,79
260/80	120	280	230	50	270	0,82
290/80	120	320	265	55	305	0,83





Ricon® S	Kragen-bolzen	Schraubenanzahl HT 8x80	Schraubenanzahl NT 8x160	Holzart	Charakt. Werte $R_{1,k}$ [kN]	Charakt. Werte $R_{2,k}$ | $R_{45,k}$ [kN]	Bemessungswerte $R_{2,d}$ und $R_{45,d}$ [kN] k_{mod} [NKL 1+2] 0,6	0,7	0,8	0,9	$R_{3,d}$ [kN] Sperr-klappe
140/60	VK D12	8	8	GL24h (BS11)	13,0	34,0	18,8	22,0	25,1	28,2	15,5
	EK, GK M12	7	7		25,9	30,2	16,5	19,2	22,0	24,7	
170/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
200/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
230/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	

Wahl von k_{mod} = 0,8 auf der sicheren Seite → $R_{2,d}$ = $R_{45,d}$ = 25,1 kN > 15,9 kN (vertikal) und 1,9 kN (horizontal) **NW OK.**

Nebenträger im Feld

V_d = 15,75 kN > 30,2 kN/1,3*0,8 = **18,58 kN → Nachweis OK.**

Bemessung Verbindung Randträger mit Geländerbeanspruchung
Einwirkungen aus Deckenaufbau sind größer als Geländerlasten, demnach ist der Nachweis des Feldträgers maßgebend mit Bezug auf Vz,d.

Aufzunehmende Horizontallkraft:
H = 1,9 kN

Abfangung der Torsionsbeanspruchung
Die Torsion infolge horizontaler Last auf das Geländer wird vom Neben- in den Hauptträger übertragen, indem zusätzlich zu den Einschubverbindern oben und unten gekreuzte Schraubenpaare angeordnet werden.

Der Hebelarm z zwischen den Schraubenpaaren beträgt 16 cm.
Das einwirkende Moment: M = 1,88 kNm

Aufzunehmende Zugkraft Z = M/z =1,88 kNm/0,16 m = 11,75 kN → 2 Schrauben → Widerstand muss > 5,89 kN sein!

Seitenholzdicke mind. 25 mm (Versenkmaß beachten!)

AXIAL-/SCHERWERTTABELLEN HOLZ-HOLZ ASSY® 3.0 SK

Typ d x ℓ	Seitenholzdicke in [mm]													
	25*		30*		35*		40*		45*		50*		60*	
ASSY® 3.0 SK 12x200 mm	8,41	6,80	8,41	7,07	8,41	7,39	8,41	7,75	8,41	8,14	8,41	8,56	8,41	8,92
	5,18	4,18	5,18	4,35	5,18	4,55	5,18	4,77	5,18	5,01	5,18	5,27	5,18	5,49

Ø 12,0 mm



Außergewöhnlicher Fall: k_{mod} = 1,1

R_d = 8,41 kN*1,1/1,3 = 6,47 kN > 5,89 kN → Nachweis erfüllt.

VIII.4.2. **Absturzsicherung Fenster 1. OG**

Vorbemerkung

Die Absturzsicherung ist Teil der Fassade geplant. Die darauf einwirkenden Lasten müssen vom Holztragwerk abgetragen werden. Die betroffenen Stützen werden dafür nachgewiesen.

Lasten

Horizontal: $q_{h,k}$ = 1,0 kN/m
Vertikal: $q_{v,k}$ = 1,0 kN/m

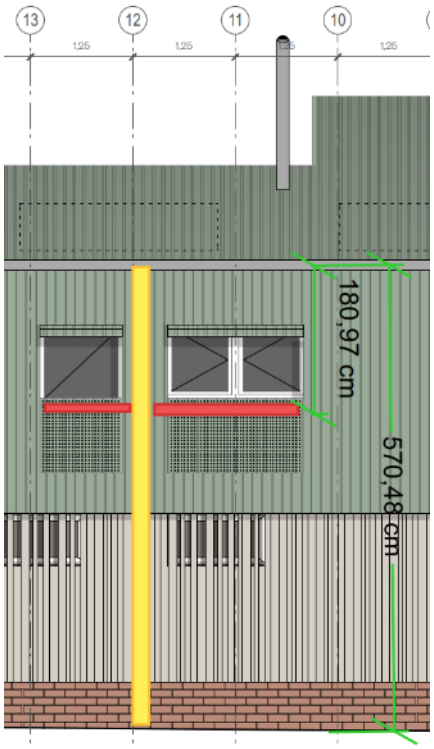
Max. Lasteinzugsbreite aus Geländerlasten: 2,5 m

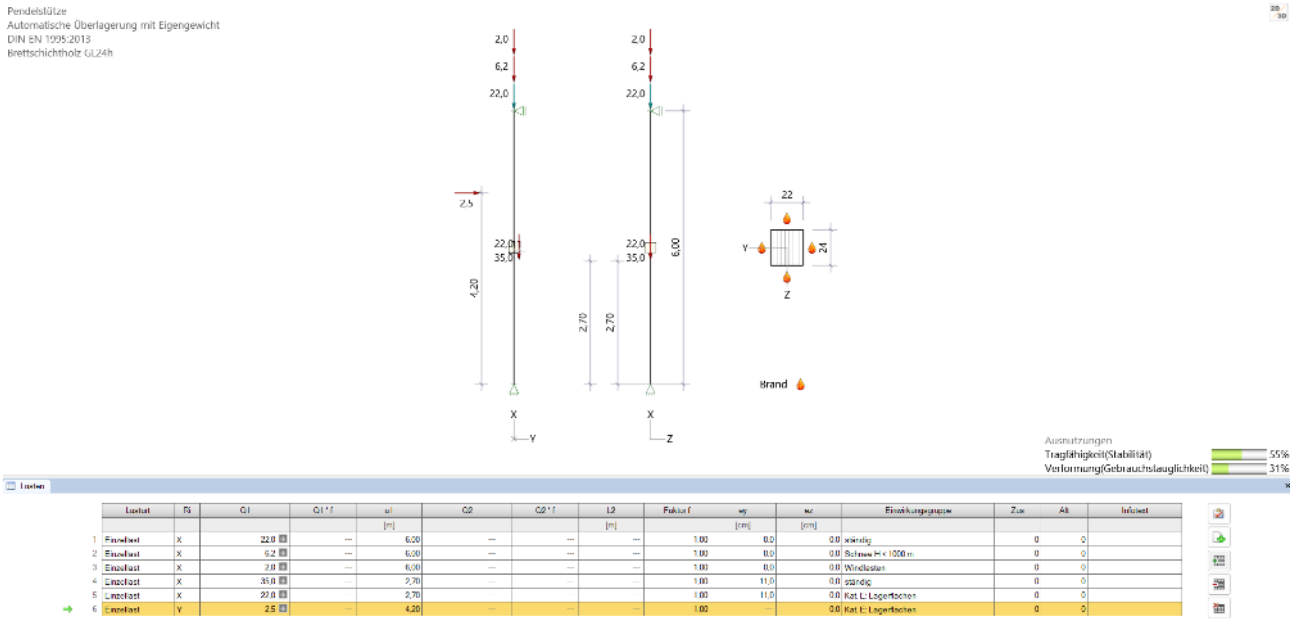
→ H = 2,5 kN und V = 2,5 kN (wird in Frilo zusätzlich betrachtet).

→ Nachweis exemplarisch an St-02-B (Pos. A/12): GL24h, b/h = 22/24 cm

Darstellung Fassade – Öffnungen:







	Lastart	fü	Q1	Q1 * f	ul	Q2	Q2 * f	L2	Faktor f	ey	ez	Einwirkungsgruppe	Zus	Alt	Infotext
					[m]			[m]		[cm]	[cm]				
1	Einzellast	X	22.0	---	6.00	---	---	---	1.00	0.0	0.0	ständig	0	0	
2	Einzellast	X	6.2	---	6.00	---	---	---	1.00	0.0	0.0	Schnee H < 1000 m	0	0	
3	Einzellast	X	2.0	---	6.00	---	---	---	1.00	0.0	0.0	Windlasten	0	0	
4	Einzellast	X	35.0	---	2.70	---	---	---	1.00	11.0	0.0	ständig	0	0	
5	Einzellast	X	22.0	---	2.70	---	---	---	1.00	11.0	0.0	Kat E: Lagerflächen	0	0	
6	Einzellast	Y	2.5	---	4.20	---	---	---	1.00	---	0.0	Kat E: Lagerflächen	0	0	

Nachweis erfüllt.

IX. Anschlussdetails Holzbau

IX.1. D001-D007 Anschlüsse Holzstützen an Fundamente

IX.1.1. Bemessungslasten Stützen

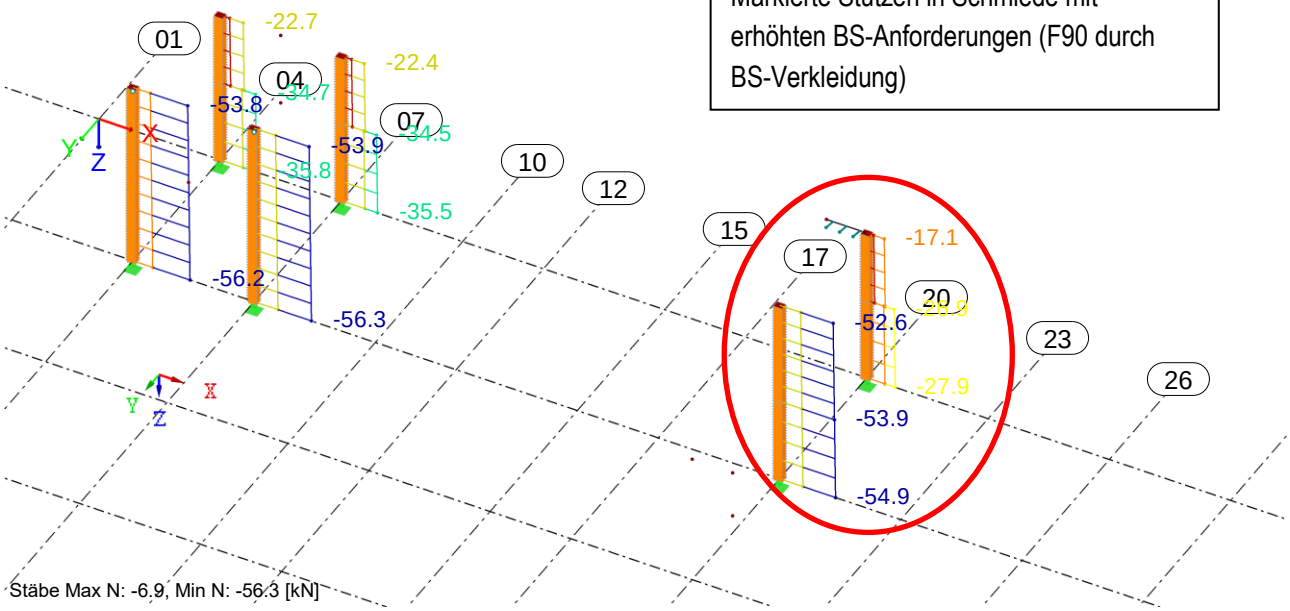
Dokumentation der in LP4 noch nicht dargestellten Stützen-Designlasten im GZT:

St-01

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

St-01 Isometrie

Markierte Stützen in Schmiede mit erhöhten BS-Anforderungen (F90 durch BS-Verkleidung)



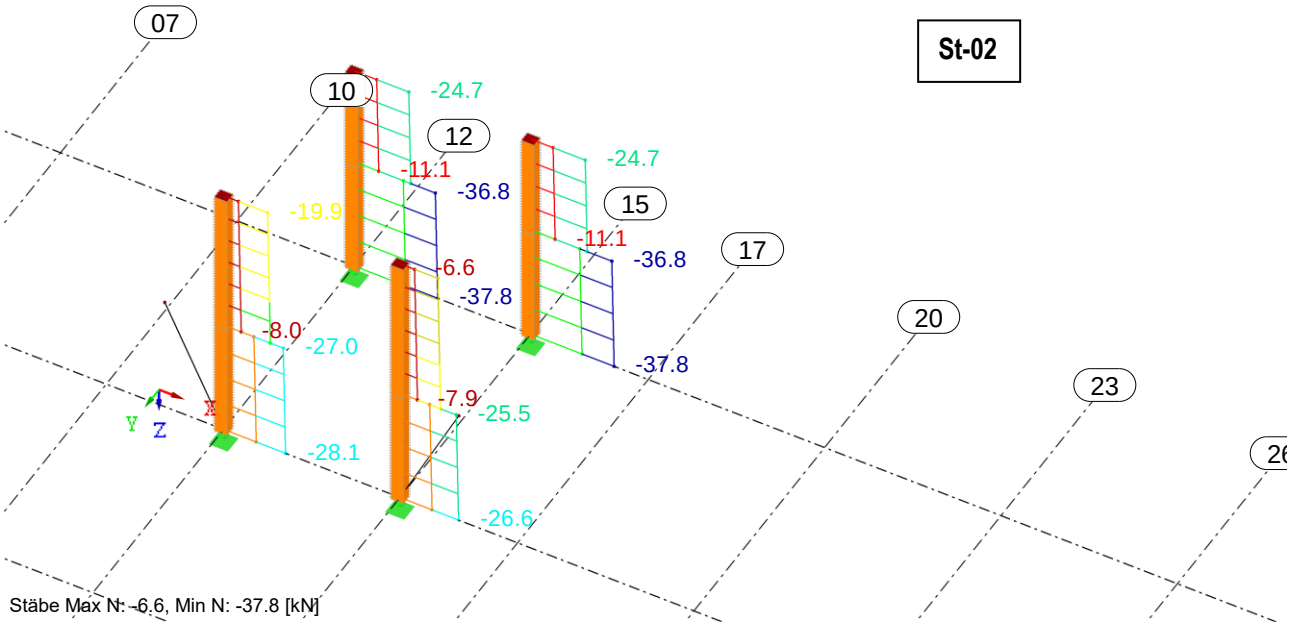
Stäbe Max N: -6.9, Min N: -56.3 [kN]

St-02

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

St-02



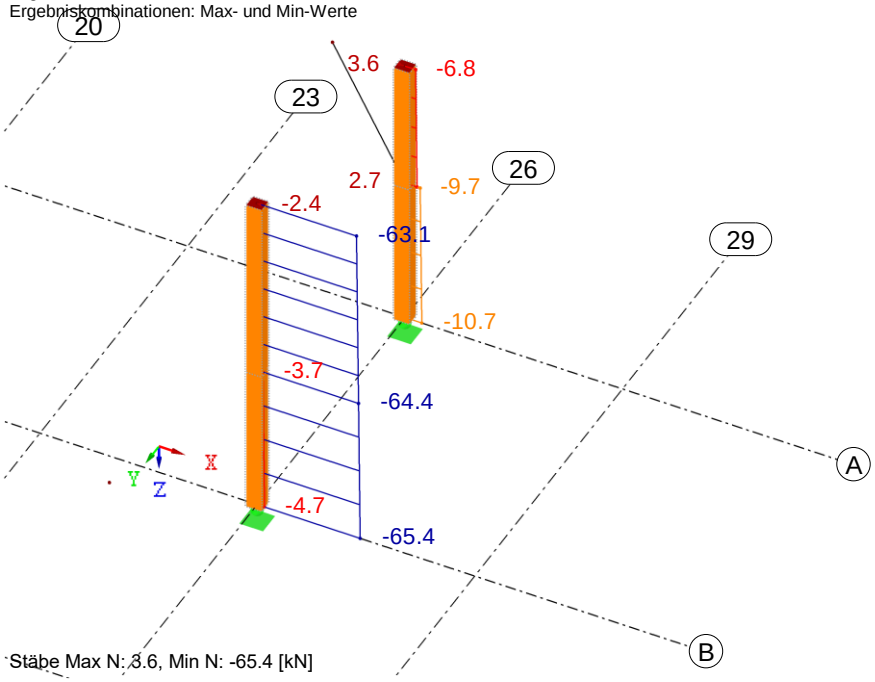
Stäbe Max N: -6.6, Min N: -37.8 [kN]

St-03

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

St-03

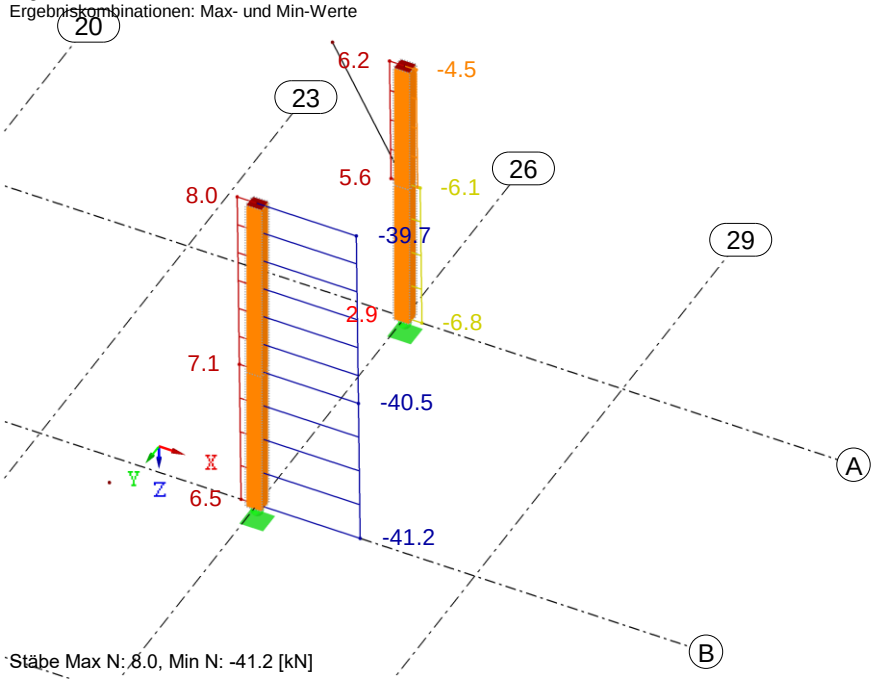


Stäbe Max N: 3.6, Min N: -65.4 [kN]

EK5 : GZT (EQU) - Ständig / vorübergehend
Stäbe Schnittgrößen N
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

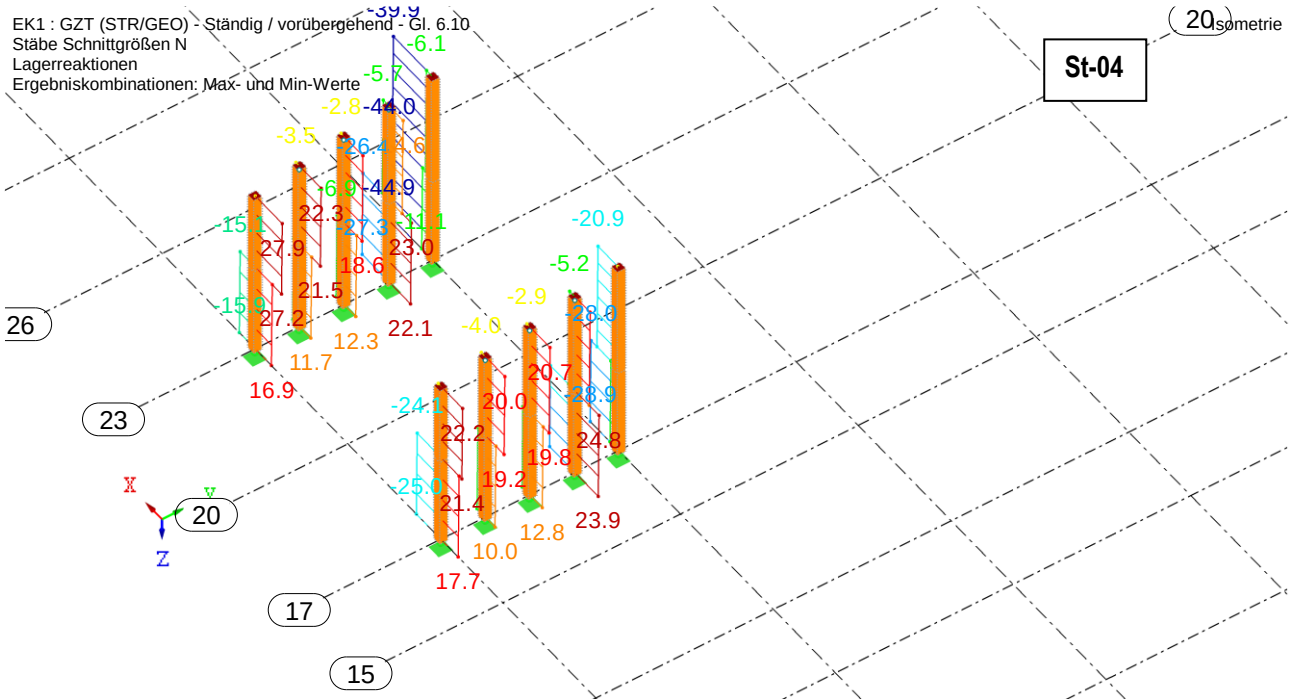
Isometrie

St-03

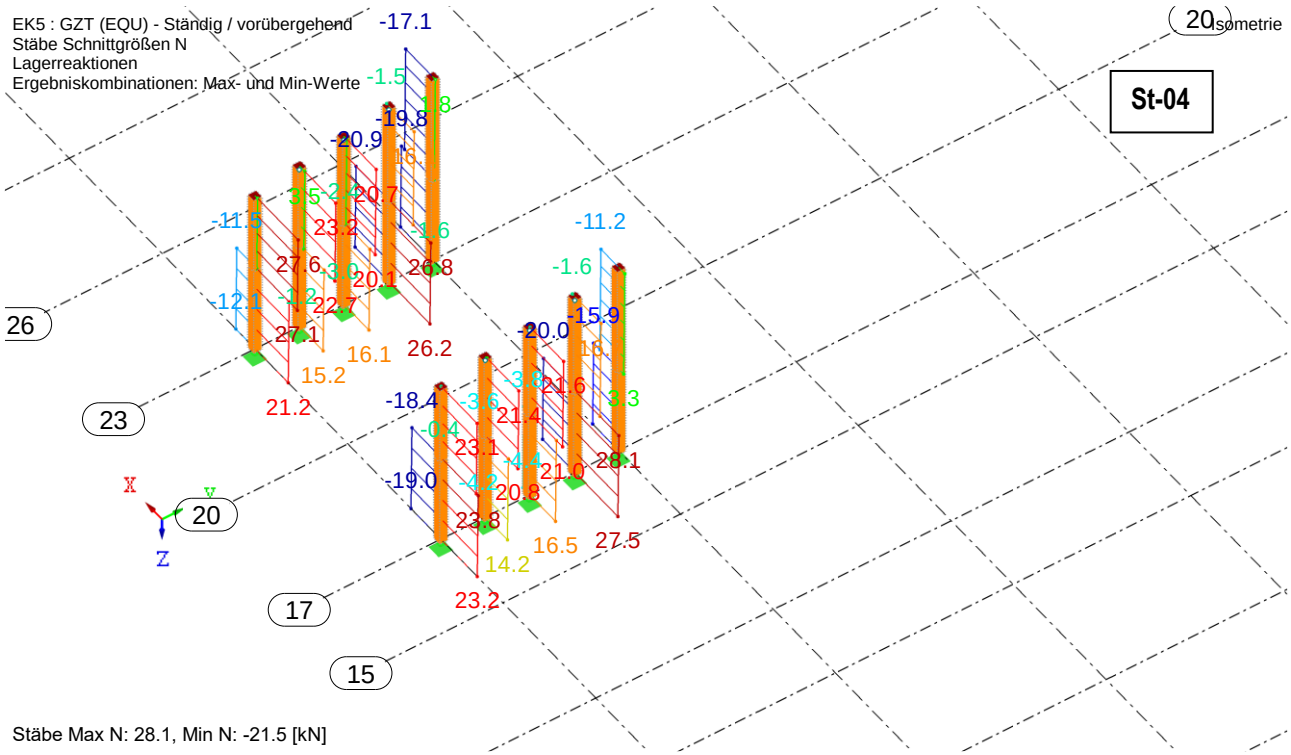


Stäbe Max N: 8.0, Min N: -41.2 [kN]

St-04

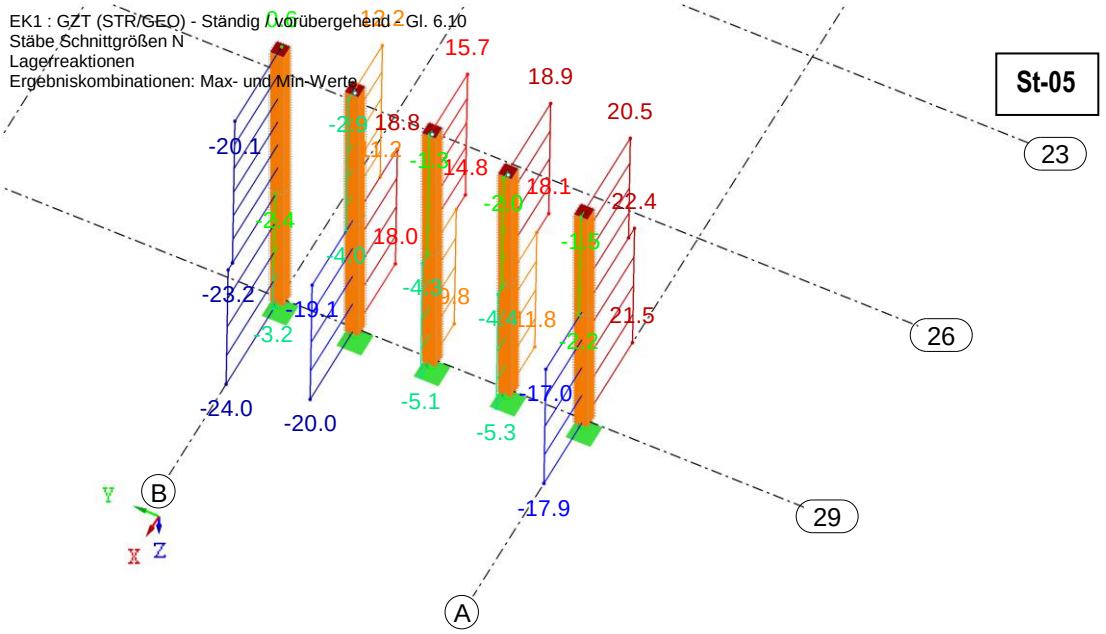


Stäbe Max N: 27.9, Min N: -44.9 [kN]

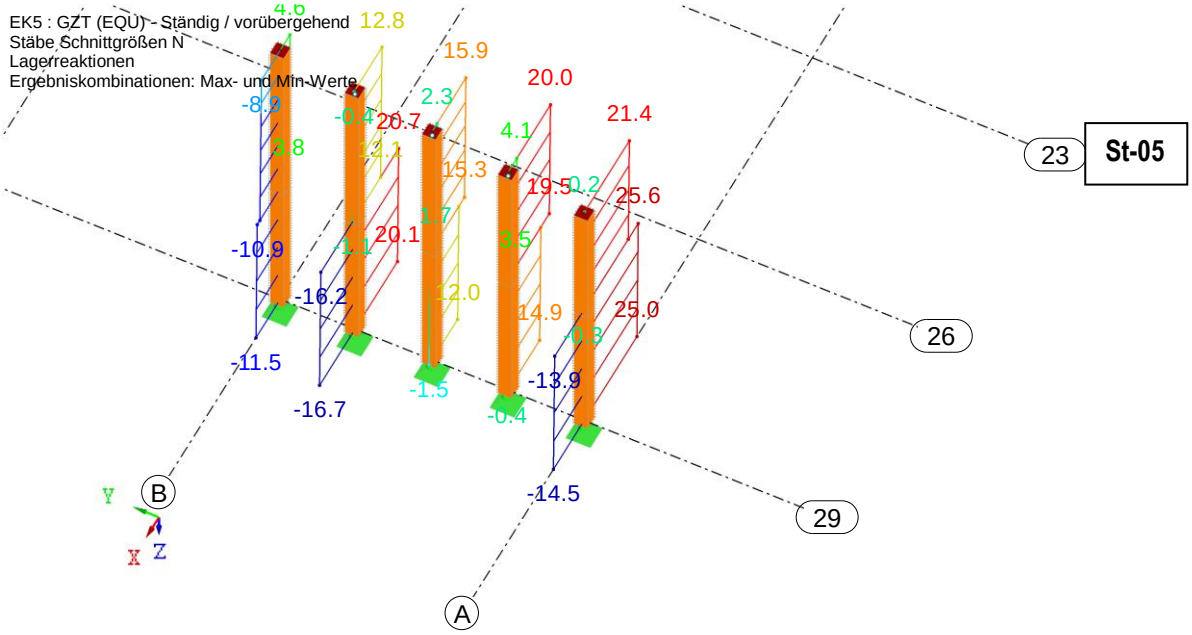


Stäbe Max N: 28.1, Min N: -21.5 [kN]

St-05

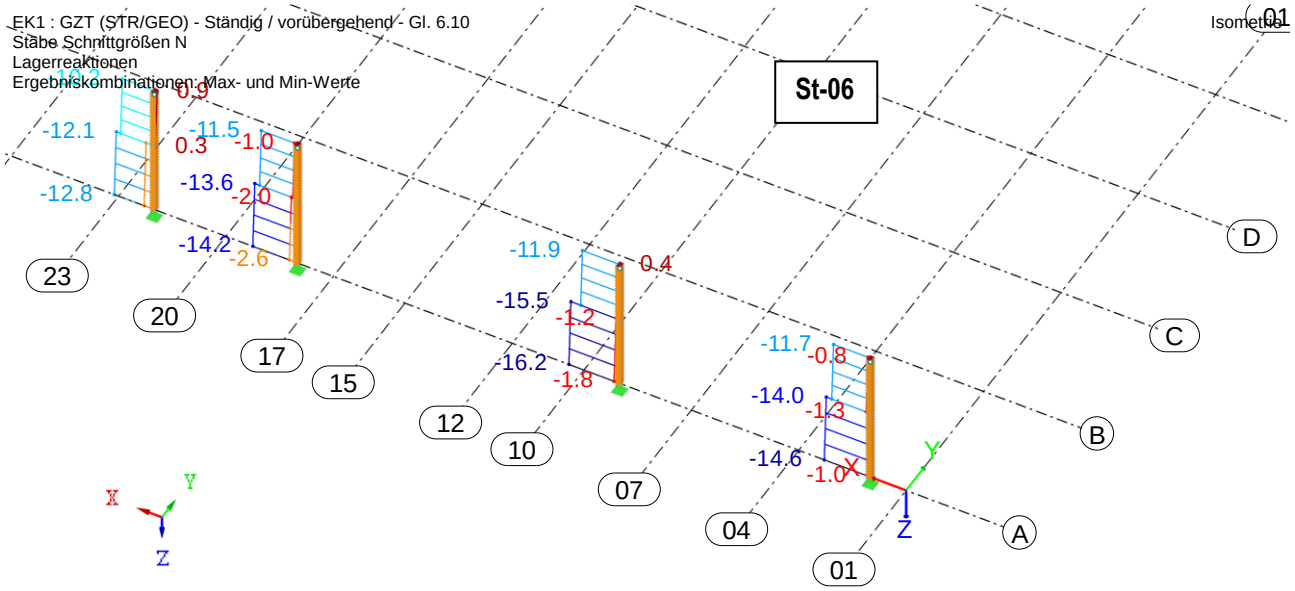


Stäbe Max N: 22.4, Min N: -24.0 [kN]

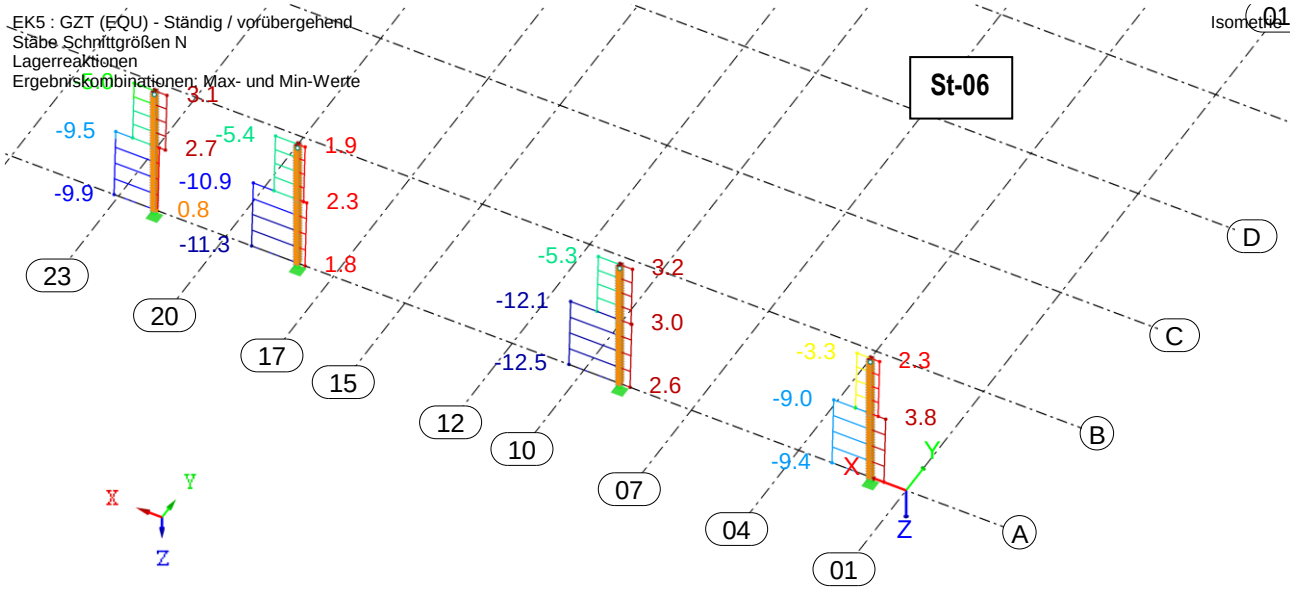


Stäbe Max N: 25.6, Min N: -16.7 [kN]

St-06

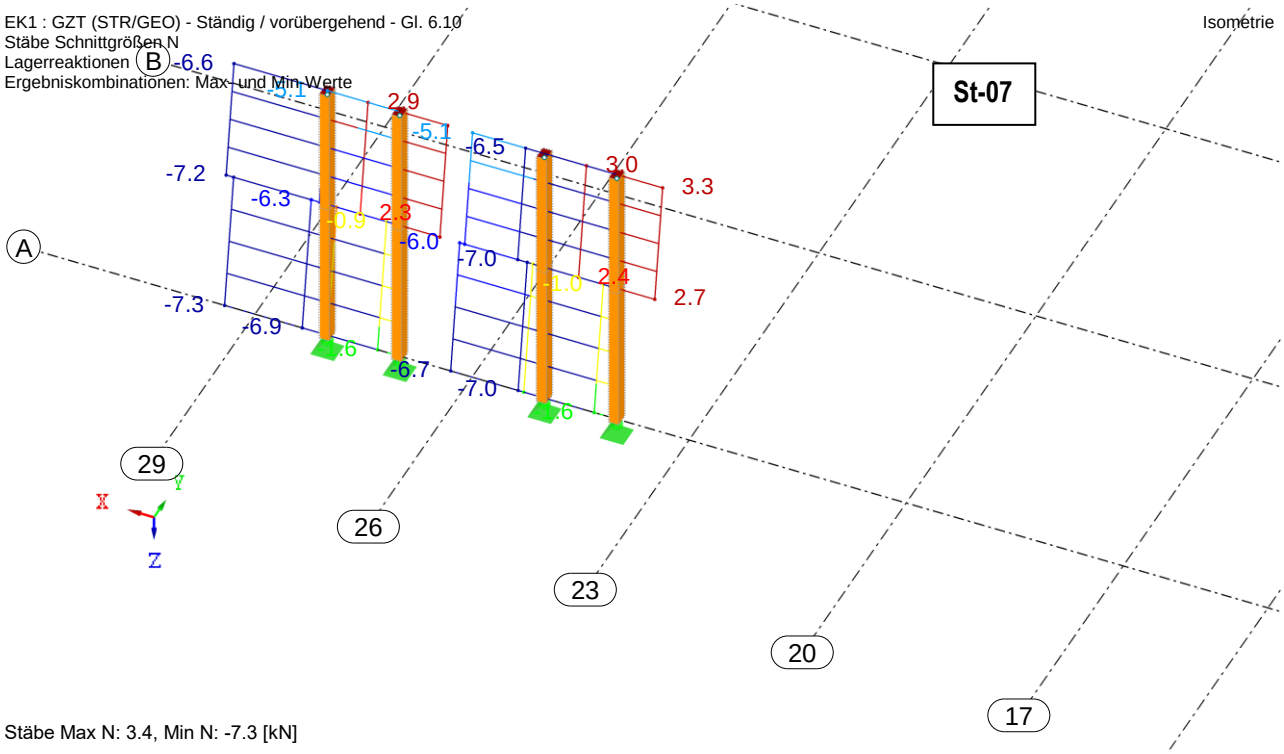


Stäbe Max N: 0.9, Min N: -16.2 [kN]

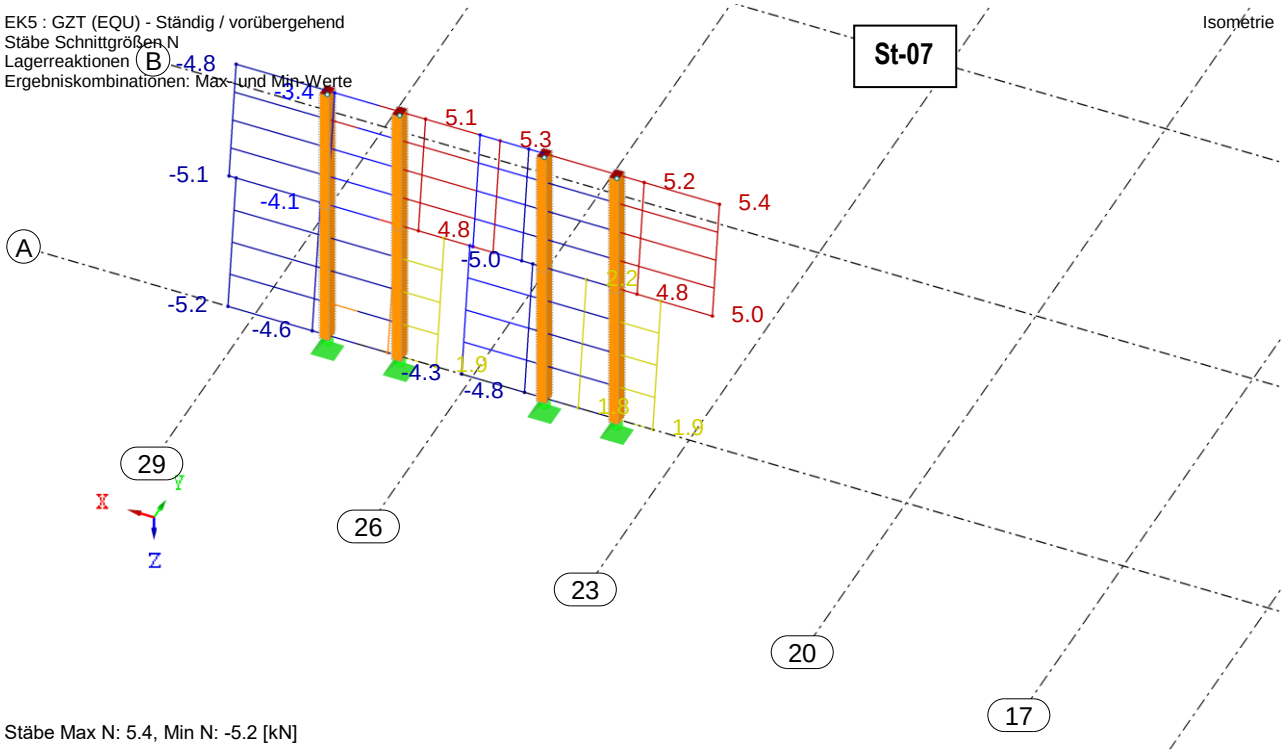


Stäbe Max N: 3.8, Min N: -12.5 [kN]

St-07



Stäbe Max N: 3.4, Min N: -7.3 [kN]

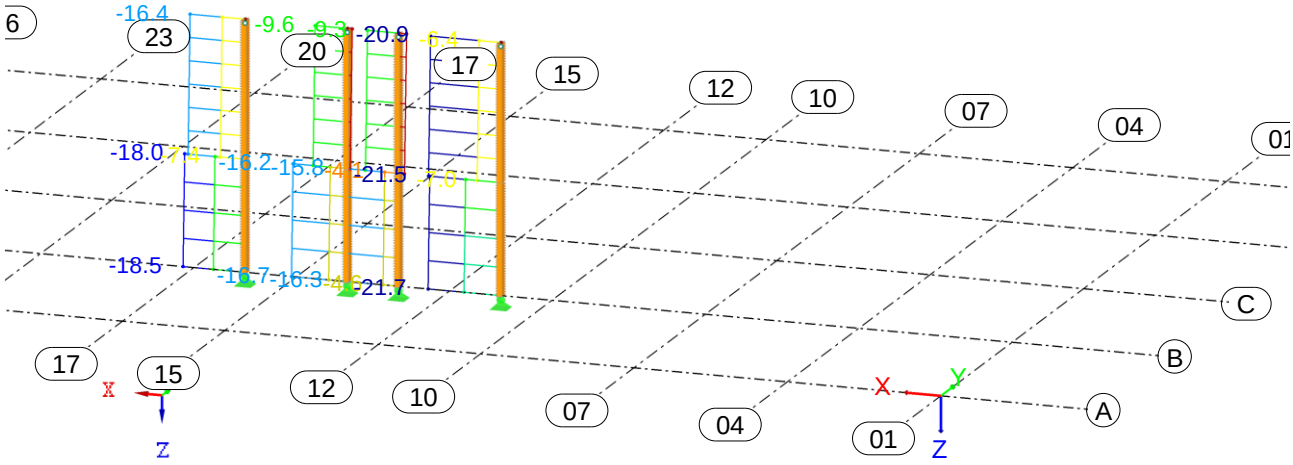


Stäbe Max N: 5.4, Min N: -5.2 [kN]

St-08

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

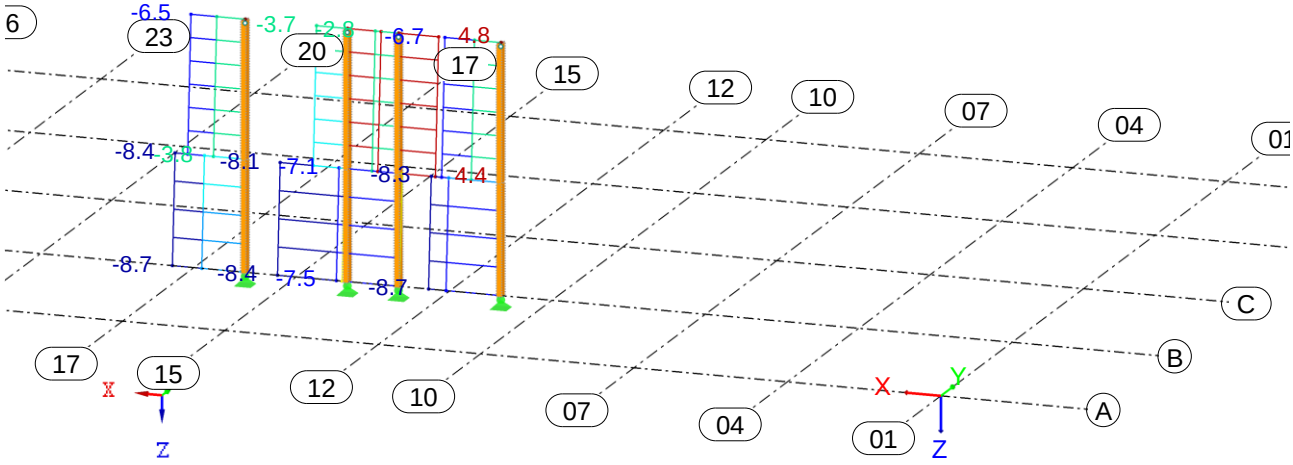
Isometrie



Stäbe Max N: 2.4, Min N: -21.7 [kN]

EK5 : GZT (EQU) - Ständig / vorübergehend
Stäbe Schnittgrößen N
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



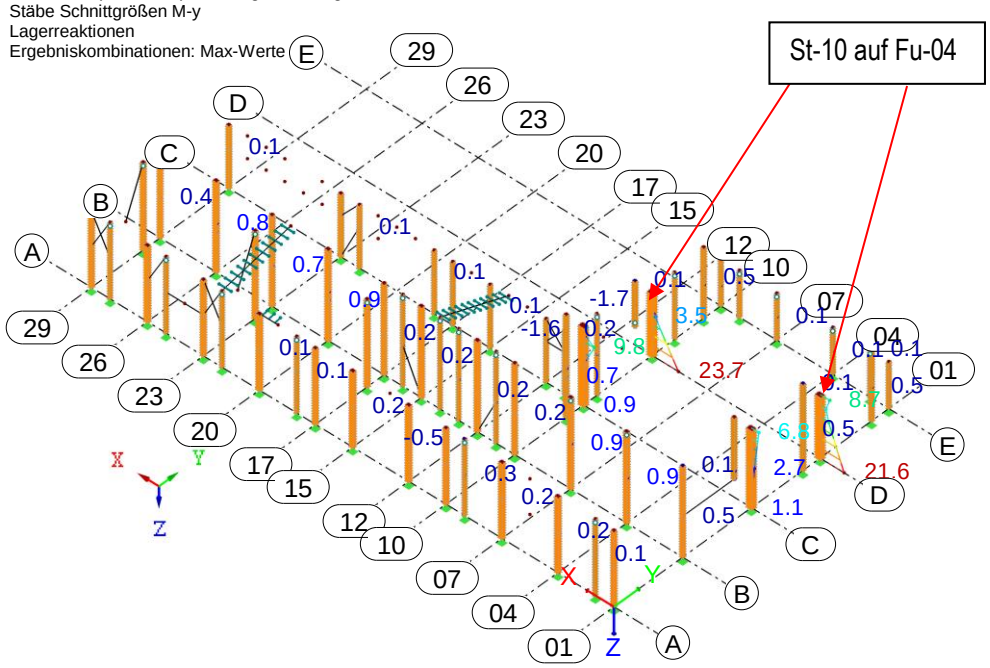
Stäbe Max N: 4.8, Min N: -8.7 [kN]

Sonderfall St-10

Eingespannt. Die Momentenbeanspruchung am Stützenfuß betrifft konkret nur 2 Stützen in den Achsenkreuzen 10-D und 01-D.

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen M-y
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max-Werte

Isometrie



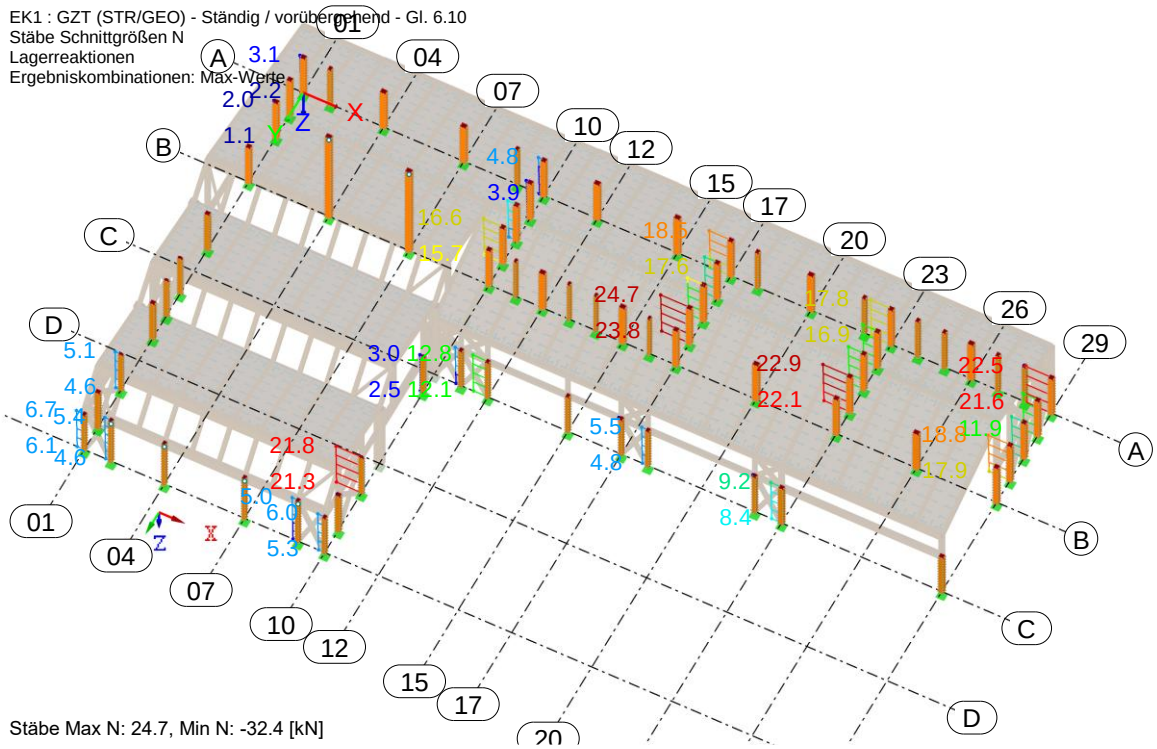
Stäbe Max M-y: 23.7, Min M-y: -1.7 [kNm]

IX.1.2. **Bemessungslasten Zug Stützen**

Auszug aus RFEM-Modell:

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max-Werte

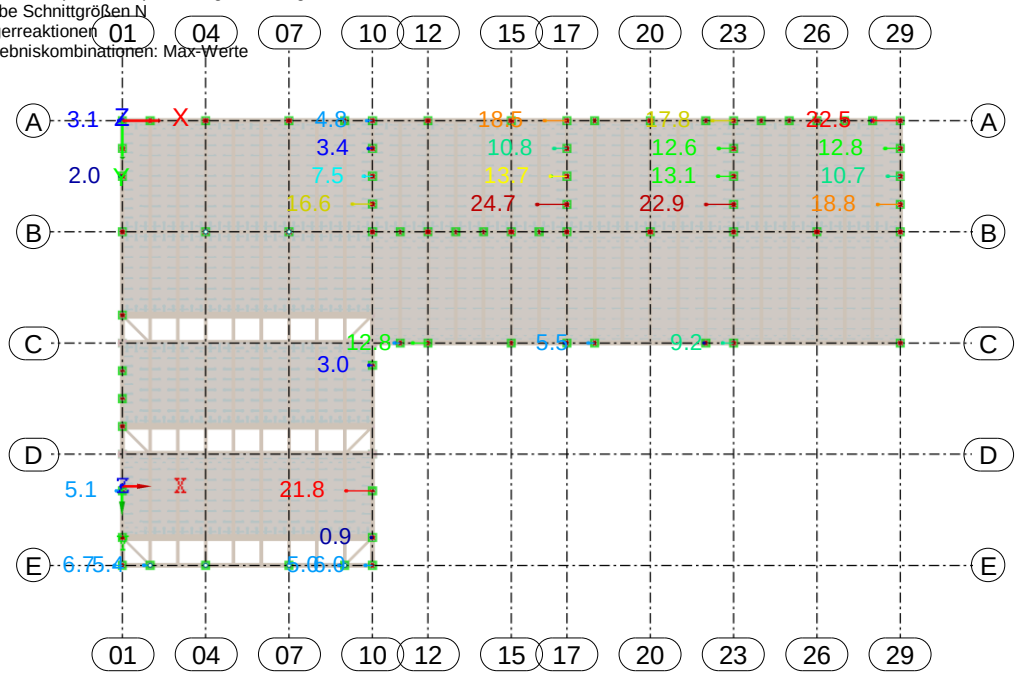
Isometrie



Stäbe Max N: 24.7, Min N: -32.4 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max-Werte

In Z-Richtung



Stäbe Max N: 24.7, Min N: -32.4 [kN]

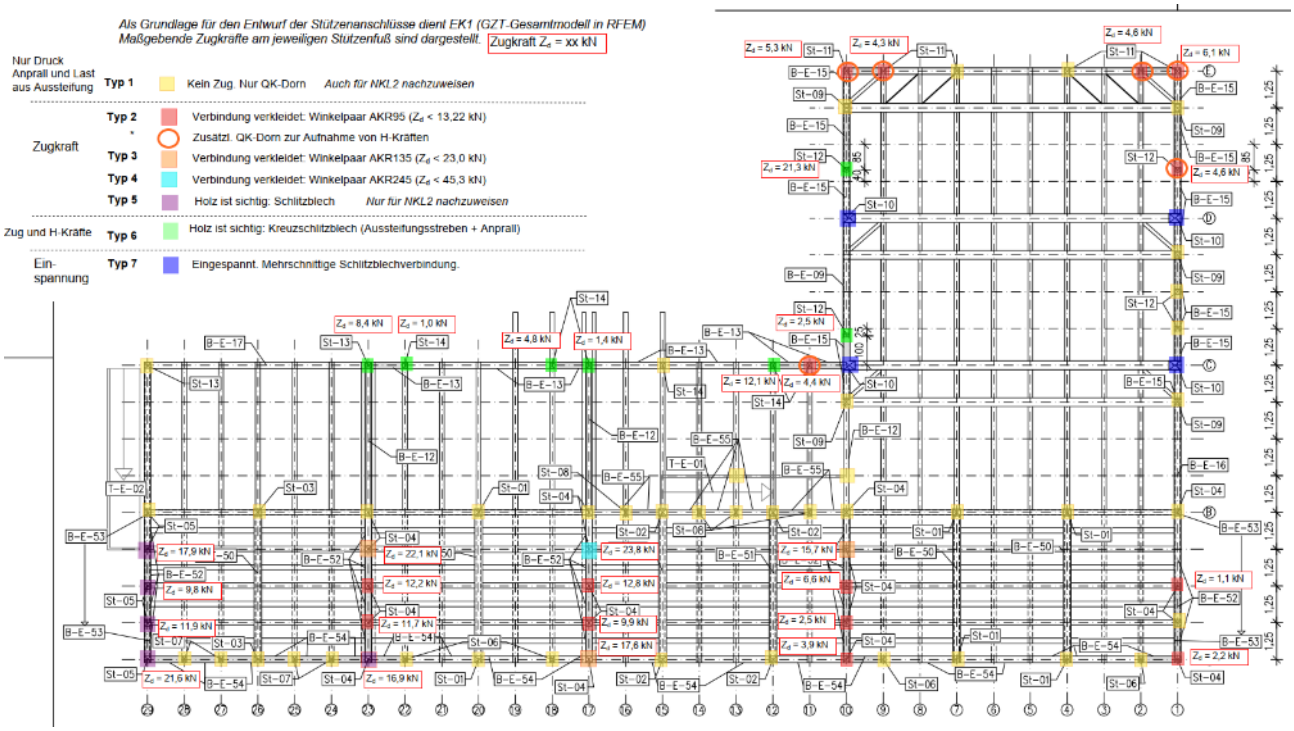
IX.1.3. **Übersicht Anschlusstypen**

Vorbemerkung

Die Entwicklung verschiedener Anschlüsse ergibt sich aus den verschiedenen zu verankernden Lasten (Druck, Zug, Horizontalkräfte, Momente), Anforderungen aus dem Brandschutz (sichtig/verkleidet) sowie der Dauerhaftigkeit (Höhe Zwischenschicht Ausgleichsmörtel) und dem Verankerungsgrund (unbewehrte Bodenplatte, bewehrtes Punkt-/Streifenfundament). Die Anschlusstypen 1-7 werden im Folgenden separat bemessen und die Anforderungen genauer beschrieben.

Übersicht

Die im vorigen Abschnitt dargestellten Bemessungszuglasten sind in der folgenden Abbildung in den roten Kästen dargestellt.



Typ-Nr.	Beschreibung	Anzahl der betroffenen Stützen
D-001	QK-Dorn	41
D-002	2x Winkel AKR95	15 (davon 6 zusätzl. mit Querkraftdorn)
D-003	2x Winkel AKR135	3
D-004	2x Winkel AKR 245	1
D-005	Schlitzblech	5
D-006	Kreuzschlitzblech	7
D-007	Einspannung, mehrschn. Schlitzblech	4

Detailzeichnungen s. separater Plan.

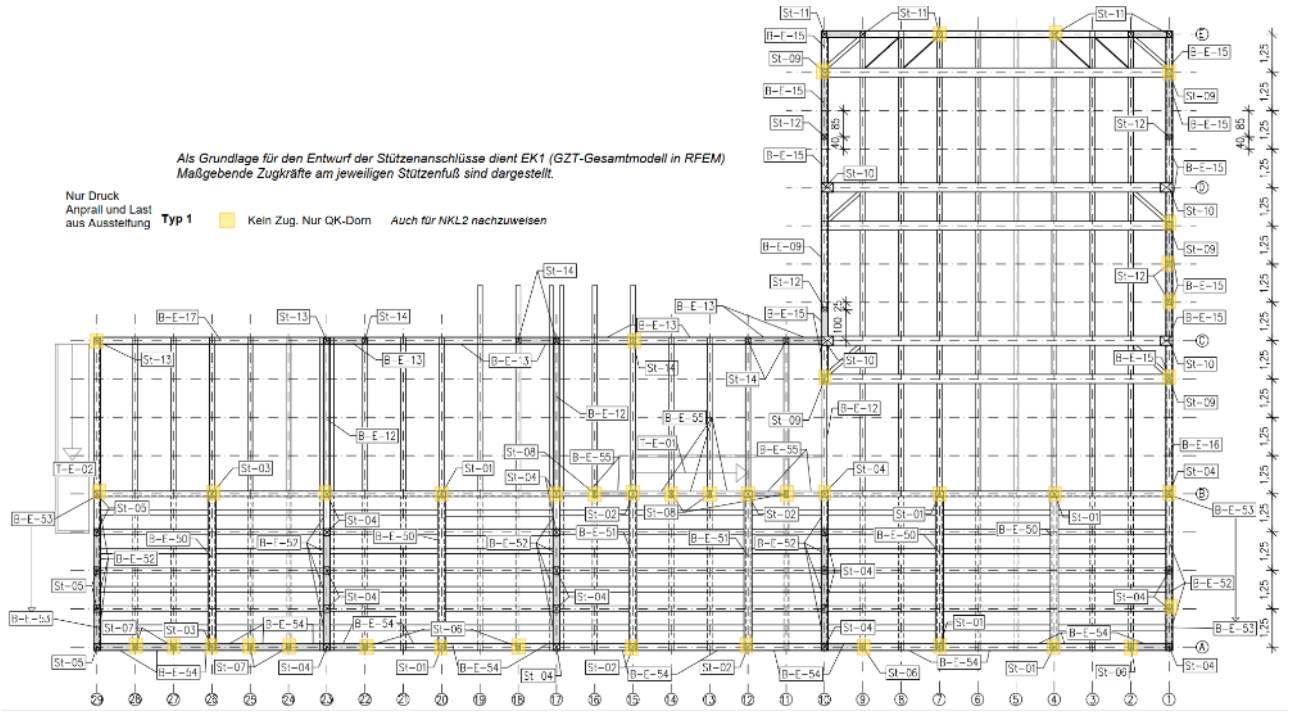
IX.1.4. **D-001 Querkraftdorn**

Verbindungsmittel	Querkraftdorn Typ HED-S 30 mit Gleithülse GS von PohlCon o.glw.
Maßgebende Querschnitte je TYP sind unterstrichen	
TYP 1A	mit max. 10 mm Ausgleichsmörtel, Verankerung in bewehrtem Beton
-Stützen NKL1 (alle geschützten Bereiche)	
St-01	GL24h, A: b/h = 22/26 cm; B: b/h = 22/24 cm
St-02	GL24h, A: b/h = 22/26 cm; B: b/h = 22/24 cm
St-04	GL24h, A: b/h = 22/22 cm; B: b/h = 22/20 cm
St-06	GL24h, b/h = 22/16 cm
St-08	C24, b/h = 12/22 cm *Holz und Beton nachweisen*
St-09	GL24h, b/h = 20/22 cm
St-11	GL24h, A: b/h = 22/16 cm; B: b/h = 22/22 cm
St-12	GL24h, b/h = 22/16 cm
St-14	GL24h, b/h = 22/16 cm
-Stützen NKL2 (Freilager, offen, nicht direkt bewittert)	
St-03	GL24h, b/h = 22/26 cm
St-04	GL24h, A: b/h = 22/22 cm; B: b/h = 22/20 cm
St-05	GL24h, b/h = 22/22 cm
St-07	GL24h, b/h = 22/16 cm *Holz nachweisen*
St-13	GL24h, A: b/h = 22/20 cm; B: b/h = 22/22 cm
TYP 1B	mit max. 30 mm Ausgleichsmörtel, Verankerung in unbewehrtem Beton
-Stützen NKL1 (alle geschützten Bereiche)	
St-01	GL24h, A: b/h = 22/26 cm
St-09	GL24h, b/h = 20/22 cm
	An Achsenkreuz C/B-10, auf Punktfundament
-Stützen NKL2 (Freilager, offen, nicht direkt bewittert)	
St-03	GL24h, b/h = 22/26 cm

Vorbemerkung

Diese Verbindung gilt für Stützen, die axial auf Druck und ggfs. horizontal auf Anprall beansprucht sind. Die Verbindung der Stützen mit den Fundamenten erfolgt mittels Querkraftdorn. Ausgleichsmörtel dient als konstruktiver Brandschutz der Verbindung. Die Stützen wurden als Pendelstützen auf Anprall bemessen. Infolgedessen ergibt sich für die Verbindung keine Momentenbeanspruchung, sondern lediglich eine Beanspruchung in Querrichtung. Gewählt wurde der **Querkraftdorn Typ HED-S 30** mit Berücksichtigung einer Zwischenschicht bis max. 10 bzw. 30 mm. *Es ist zu beachten, dass die Bügel im Streifenfundament so angeordnet werden, dass sie nicht mit den Querkraftdornen interferieren.*
Hinweis: Die Treppenstützen können mit Querkraftdorn Typ HED-S 20 ausgeführt werden!

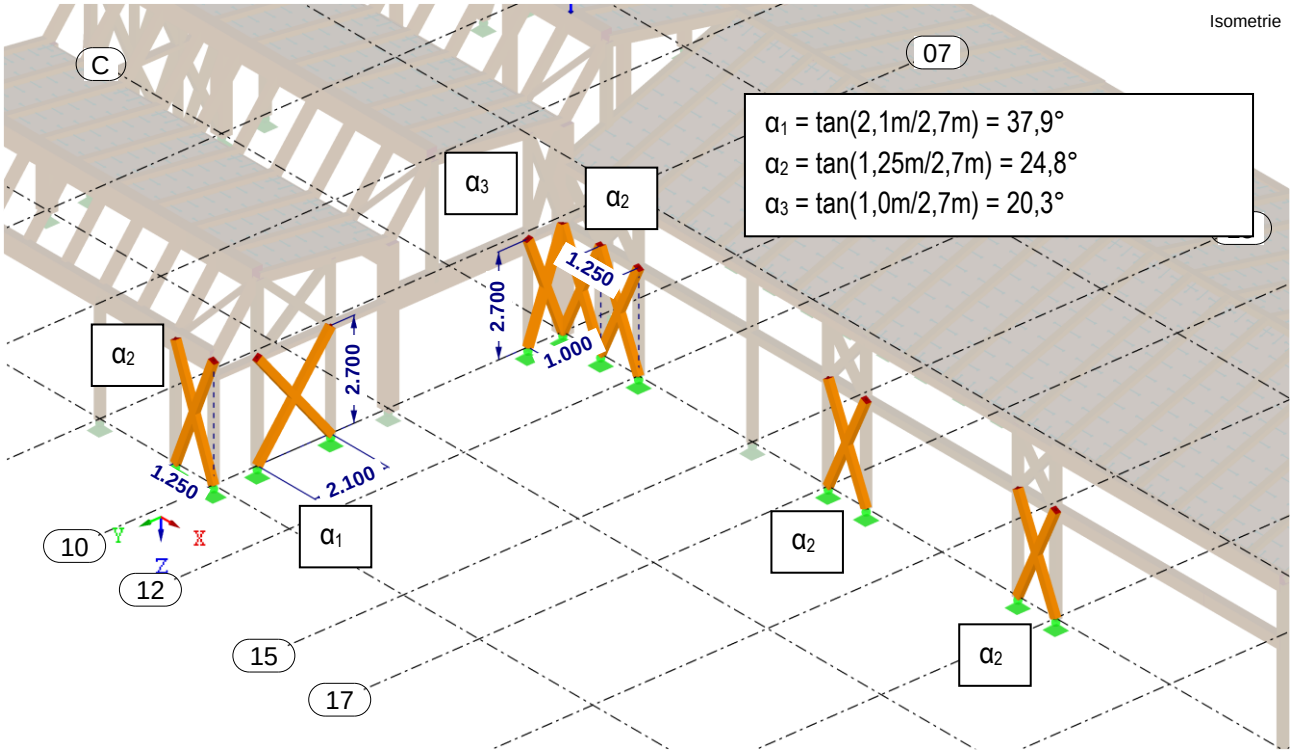
1A: Betrifft alle Stützen, die an Streifenfundamente anschließen. Maßgebende horizontale Einwirkungen werden berücksichtigt.
1B: Betrifft die Mittelstütze der Innentreppe, die direkt auf der unbewehrten Bodenplatte aufsteht. Es wird eine Mörtelfuge von 30 mm Dicke vorgesehen, um die Dauerhaftigkeit zu gewährleisten bei Nässe auf dem Fußboden.

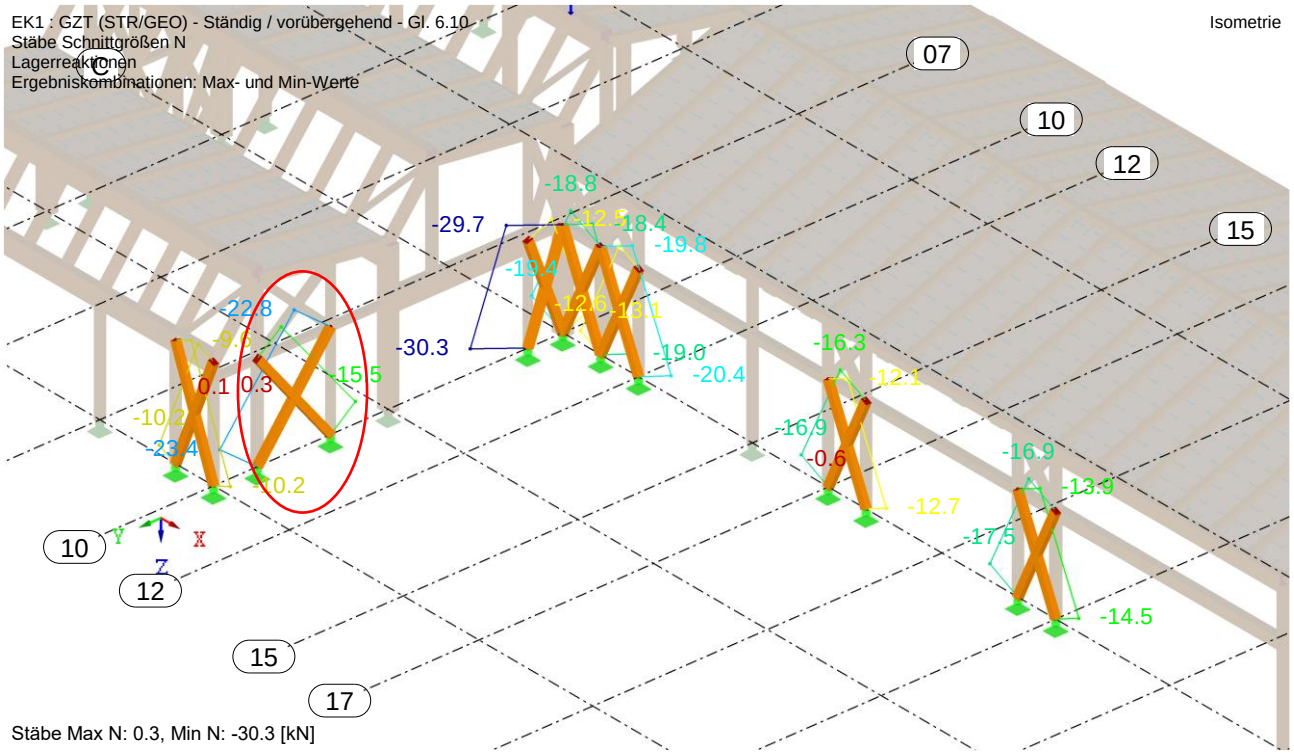


Lasten

Maßgebende horizontale Einwirkungen (Anprall und Lasten aus Streben (Aussteifung)) werden berücksichtigt. Momentenbeanspruchung wird von Stützenquerschnitt abgetragen, während die Verbindung nur Querkräfte ins Fundament ableitet. Druck wird über Pressung abgetragen. Zur Ermittlung der maßgebenden Horizontallast werden die Horizontallasten aus Aussteifungsdruckstreben und Anpralllast verglichen.

Isometrie





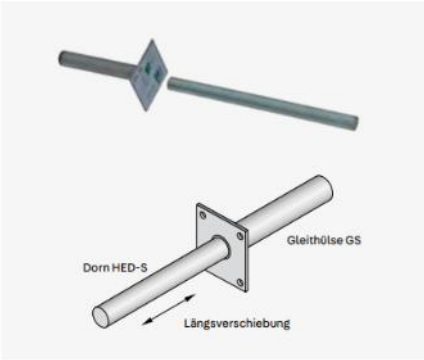
Max. Druckkraft N_{Ed} (α_1 = 37,9°) = 23,4 kN → H_d = 23,4 kN*sin(23,4°) = 9,3 kN
Max. Druckkraft N_{Ed} (α_2 = 24,8°) = 20,4 kN → H_d = 20,4 kN*sin(24,8°) = 8,6 kN
Max. Druckkraft N_{Ed} (α_3 = 20,3°) = 30,3 kN → H_d = 30,3 kN*sin(30,3°) = <u>15,3 kN</u>

→ Anprall und Wind werden nicht gleichzeitig angesetzt. Im Vergleich der Bemessungskräfte wird die Horizontalkomponente für den rot markierten Bereich gegenüber Anprall maßgebend, in allen anderen Fällen ist Anprall mit H_d = 15,3 kN maßgebend.
→ Die allgemeine Verbindung zur Aufnahme von Horizontalkräften wird dementsprechend für <u>H_d = 15,3 kN</u> bemessen. Der minimale Stützenquerschnitt der betrachteten Stützen ist NH C24 b/h = 16/22 cm.

Bemessung Typ 1A

St-08 C24, b/h = 12/22 cm *Holz und Beton nachweisen* **NKL1**

St-07 GL24h, b/h = 22/16 cm *Holz nachweisen* **NKL2**

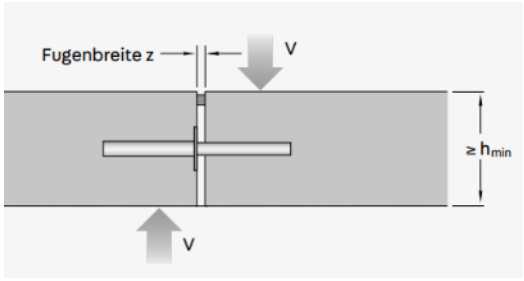


Querkraftdorn HED-S + GS Hülse
- Verschiebung senkrecht zur Fuge
- Übertragung von Querkräften vertikal und parallel zur Fuge
- Gleithülse und Dorn aus Edelstahl

Bemessungswiderstände Beton- und Stahltragfähigkeit in bewehrtem Beton

Dorntyp HED-S HED-P	Bemessungswiderstände Stahltragfähigkeit $V_{Rd,s}$ kN unter Berücksichtigung von Reibung für Fugenbreite z = 0-10 mm	z = 11-20 mm	z = 21-30 mm	z = 31-40 mm	Bauteildicke h mm	Bemessungswiderstände Betontragfähigkeit* $V_{Rd,c}$ kN für C20/25
20	14,3	9,5	7,1	5,7	≥ 160	13,7
					≥ 180	14,3**
22	18,1	12,2	9,3	7,4	≥ 160	14,2
					≥ 180	15,8
					≥ 200	17,2
					≥ 220	18,0
					≥ 240	18,1**
25	24,8	17,1	13,1	10,6	≥ 180	20,5
					≥ 200	22,4
					≥ 220	23,6
					≥ 240	24,6
					≥ 260	24,8**
30	38,5	27,5	21,4	17,5	≥ 220	29,2
					≥ 240	31,5
					≥ 260	33,7
					≥ 280	35,8
					≥ 300	38,0
					≥ 320	38,5**

* unter Berücksichtigung von bauseitiger Bewehrung
** Bei diesen Werten ist der Bemessungswiderstand der Stahltragfähigkeit unter Berücksichtigung von Reibungskräften (f_r = 0,9) erreicht.

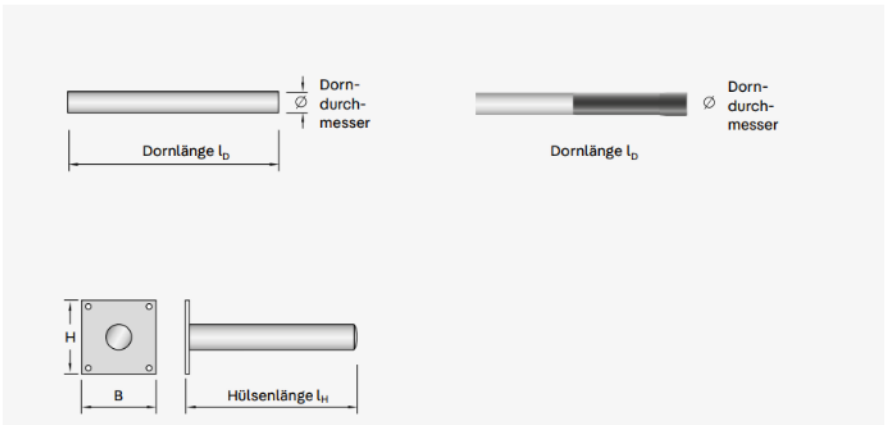


→ H_d = 15,3 kN < 38,5 kN (10 mm Fuge) bzw. 17,5 kN (bis 40 mm Fuge) = $V_{Rd,s}$

→ Nachweis der Stahltragfähigkeit erfüllt.

Abmessungen

	Dornelement		Hülsen GS, GK		Hülsen GSQ		
Dorntyp mm HED-S HED-P	Dorn Ø mm	Dornlänge l_D mm	Hülsenlänge l_H mm	Nagelplatte B/H mm	Hülsenlänge l_H mm	Nagelplatte B/H mm	Max. Querverschiebung y mm
20	20	300	160	70/70	180	80/80	± 11
22	22	300	160	70/70	180	80/80	± 10
25	25	300	160	70/70	180	80/80	± 14
30	30	350	185	80/80	205	100/80	± 21



Nachweis der Übertragung der Horizontalkraft aus Holz in Querkraftdorn (Querzug):
Die Hülsel, die der Aufnahme des Dorns dient, wird in den Holzquerschnitt eingesetzt. Die Befestigung der Hülse erfolgt konstruktiv mit Nägeln (nur als Montagehilfe).

Dornlänge l_D = 350 mm
Hülsenlänge l_H = 185 mm
Effektive Dornlänge in Beton l_{eff} = 165 mm – 10 mm (Ausgleichsmörtelschicht) = 155 mm
l_{eff} = 165 mm – 30 mm (Ausgleichsmörtelschicht) = 135 mm

k_{mod} für NKL 1 und KLED kurz/sehr kurz = 1,0
k_{mod} für NKL 2 und KLED kurz/sehr kurz = 1,0

Berücksichtigung von Mindestholzdicken:
→ $t_{1,req}$ = 139 mm (Seitenholz, Gilt für C24 und S235)
→ $t_{1,vorh.}$ = 80 mm (Minimale Querschnittsbreite bei St-: 160 mm

Abminderung mit $t_{1,vorh.}/t_{1,req}$ = 80 mm/139 mm = 0,6

Berücksichtigung von Kraft-Faser-Winkel (bei Anprall) von 90 Grad (C24):
Faktor k_a = 0,845 (gem. EC5)

Da es sich bei $V_{Rd,s}$ = 38,5 kN schon um einen Bemessungswiderstand handelt, wird der Teilsicherheitsbeiwert für Stahl (y_M=1,1) nicht erneut berücksichtigt bei der Ermittlung von $F_{v,Rd}$:

Holz mit stiftförmigem Verbindungsmittel
$F_{v,Rd}$ = **38,5 kN** *0,845*0,6/1,0= **19,6 kN > 15,3 kN Ok.**

Die Tragfähigkeit des Betons wird mit der Würth Bemessungssoftware nachgewiesen. In das fertiggestellte Fundament wird ein Loch gebohrt, bspw. in die Stahlbetonaufkantung des Streifenfundaments. Eine kraftschlüssige Verbindung zwischen eingesetztem Dorn und umgebendem Beton wird mit Mörtel hergestellt.

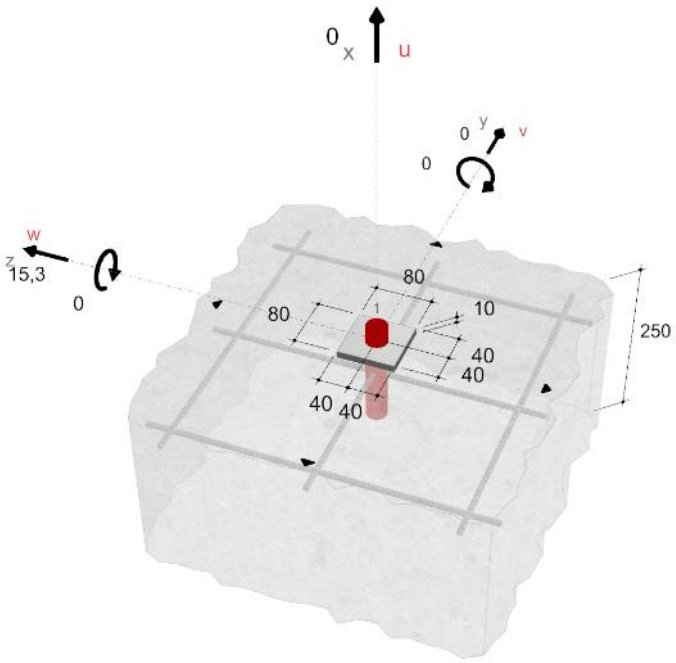
Berechnung der vorhandene Verankerungstiefe l_{eff}:

Länge Dorn l_D = 350 mm
Einbindetiefe Stütze l_H = 185 mm
A) Ausgleichsmörtelschicht d = 10 mm
B) Ausgleichsmörtelschicht d = 30 mm

$l_{eff,A}$ = 350-185-10 = 155 mm
$l_{eff,B}$ = 350-185-30 = 135 mm

Nachweis bewehrter Beton:

Vorh. Verankerungstiefe: 155 mm (bzw. 135 mm) **>** 120 mm = erf. Verankerungstiefe





Bemessung Typ 1B

Gewählte Verbindung: PohlCon Querkraftdorn Typ HED-S 30 mit Berücksichtigung von 30 mm Mörtelfuge (für Dauerhaftigkeit)

Bemessungswiderstände Beton- und Stahltragfähigkeit in bewehrtem Beton

Dorntyp HED-S HED-P	Bemessungswiderstände Stahltragfähigkeit $V_{Rd,s}$ kN unter Berücksichtigung von Reibung für Fugenbreite				Bauteildicke h mm	Bemessungswiderstände Betontragfähigkeit* $V_{Rd,c}$ kN für C20/25
	z = 0-10 mm	z = 11-20 mm	z = 21-30 mm	z = 31-40 mm		
20	14,3	9,5	7,1	5,7	≥ 160	13,7
					≥ 180	14,3**
22	18,1	12,2	9,3	7,4	≥ 160	14,2
					≥ 180	15,8
					≥ 200	17,2
					≥ 220	18,0
					≥ 240	18,1**
25	24,8	17,1	13,1	10,6	≥ 180	20,5
					≥ 200	22,4
					≥ 220	23,6
					≥ 240	24,6
					≥ 260	24,8**
30	38,5	27,5	21,4	17,5	≥ 220	29,2
					≥ 240	31,5
					≥ 260	33,7
					≥ 280	35,8
					≥ 300	38,0
					≥ 320	38,5**

* unter Berücksichtigung von bauseitiger Bewehrung
** Bei diesen Werten ist der Bemessungswiderstand der Stahltragfähigkeit unter Berücksichtigung von Reibungskräften (f_μ = 0,9) erreicht.

Der Bemessungswert der Stahltragfähigkeit ergibt sich zu $V_{Rd,s}$ = 21,4 kN

Mindestholzdicken für GL24h:

Umrechungsfaktor für GL24h für t_{req} = 0,96

→ $t_{1,req}$ = 0,96*139 mm = 133,4 mm

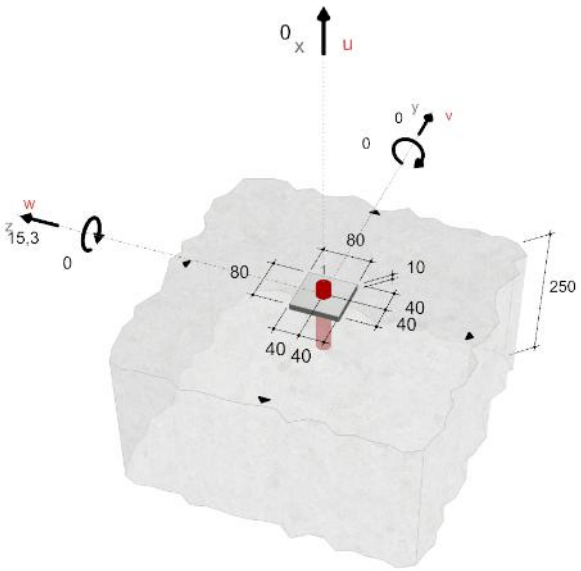
→ $t_{1,vorh}$ = 110 mm

$F_{v,Rd}$ = 21,4 kN * 0,845*110 mm/133,4 mm = 14,96 kN ≈ 15 kN = 15,0 kN (Bemessungswert Anprall) Nachweis OK.
Überschreitung: 14,96/15,0*100 = 0,27%

Vorh. Verankerungstiefe von Dorn in Beton l_{eff} = 165 mm – 30 mm (Ausgleichsmörtelschicht) = 135 mm

Nachweis Verankerung in unbewehrtem Beton:

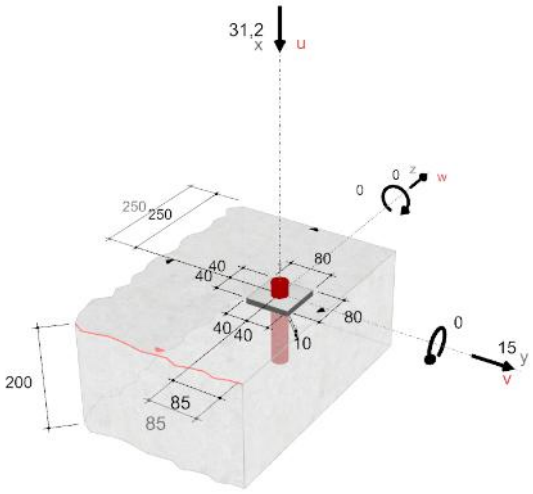
Vorh. Verankerungstiefe: 135 mm > 96 mm = erf. Verankerungstiefe

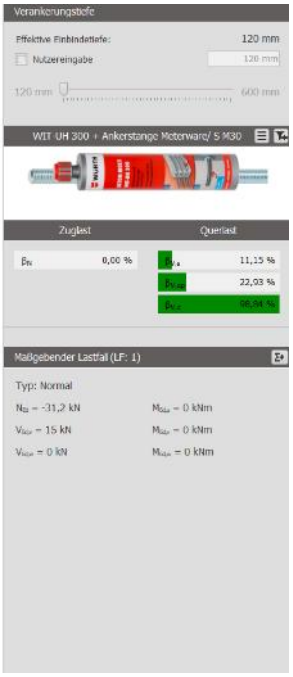




Die Abmessungen der Hülsenplatte sind 80x80 mm. Seitlich ist damit eine ausreichende Dicke zur Überdeckung von mind. 30 mm gem. Brandschutzanforderungen gegeben (erreicht durch Ausgleichsmörtel).

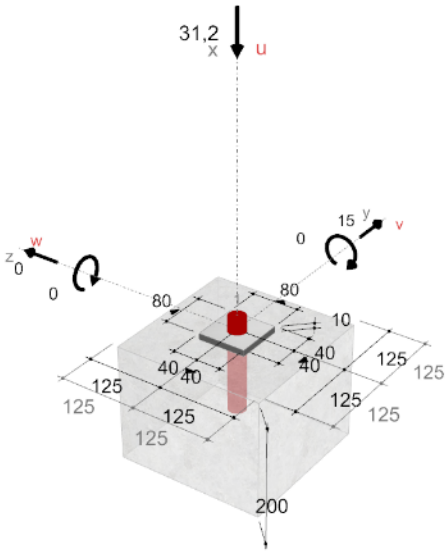
<u>Berücksichtigung einer Längsfuge</u>

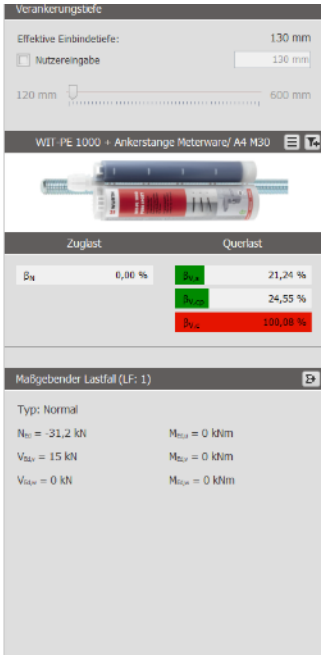




→ **Fuge** muss mindestens **<u>85 mm</u> von Stützenmitte** entfernt sein.

Berücksichtigung von Fuge bei Sockel (Punktfundament)





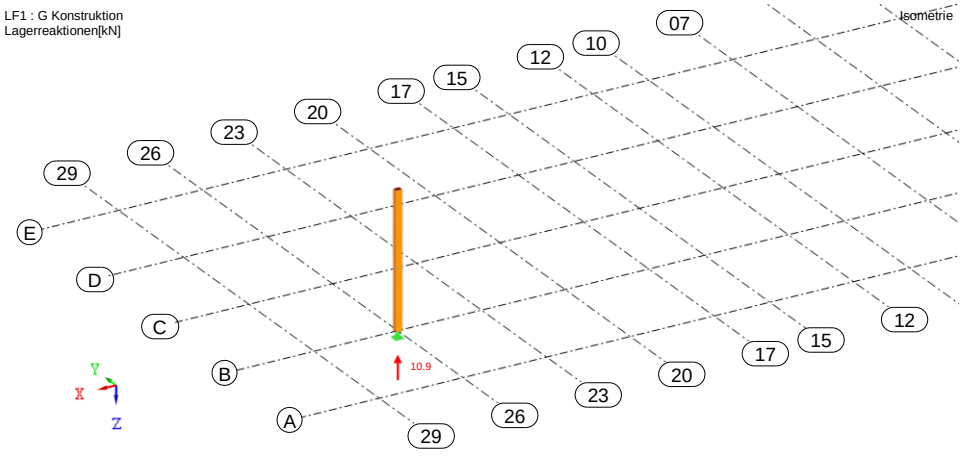
→ **Fugen** müssen mindestens **125 mm von Stützenmitte** entfernt sein.

Verankerung in Sockel von Punktfundament (bewehrt):

Innenstütze Freilager St-03 (B-26) b/h = 22/26 cm mit Fu-03

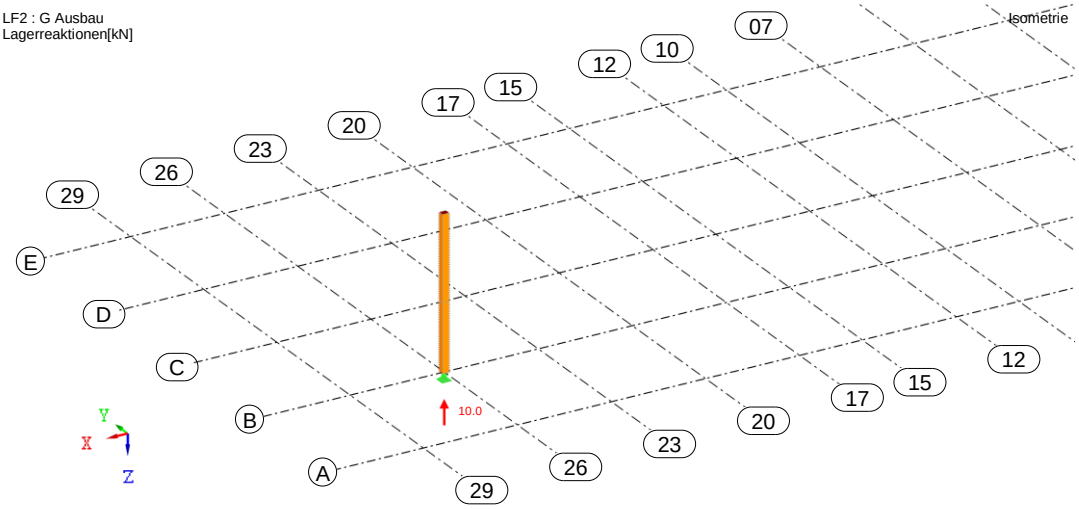
Punktfundament mit Sockel, Anpralllasten müssen aufgenommen werden (Horizontalkräfte). Moment wird über Stützenquerschnitt abgetragen.

Lasten



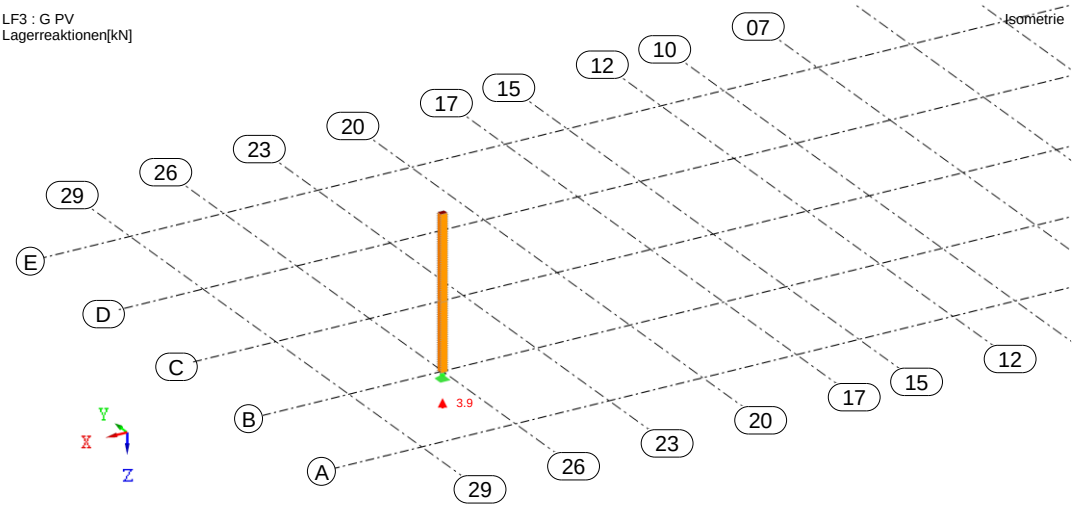
Max P-Z': 10.9, Min P-Z': 10.9 kN

LF2 : G Ausbau
Lagerreaktionen[kN]



Max P-Z': 10.0, Min P-Z': 10.0 kN

LF3 : G PV
Lagerreaktionen[kN]



Max P-Z': 3.9, Min P-Z': 3.9 kN

Stabilisierende Lasten aus Eigengewicht:

G_k = 24,8 kN

G_d = 0,9*G_k = **22,32 kN**

Horizontallast (Außergewöhnlich):

H_d = 15 kN

Punktfundament Fu-03: Gründungskörper b/h/d = 160/160/60; Sockel b/h/d = 22/26/28 cm

Eingabedaten

Untergrund	Beton: gerissen | C25/30; f_{ck} = 25,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 30,00 N/mm² | h = 280 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer) | (Bemessung)
Bewehrung	Flächenbewehrung: Normal | Randbewehrung: Gerade Randbewehrung + Engmaschige Aufhängebewehrung Spaltbewehrung: Vorhanden
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine Reinigungstyp: Pressluftreinigung(CAC), siehe Setzanweisung ETA-17/0127

Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
Lieferung auf Anfrage	**Ankerstange S-5.8 x 1000** - **Zuschnittlänge: 199 mm** - **Anzahl Zuschnitte je Ankerstange: 4**	**M30**	**1000 mm**	**10 mm**	**1**

Handelsübliche Gewindestange mit:

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1 der entsprechenden Zulassung
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004
- Markierung der Setztiefe

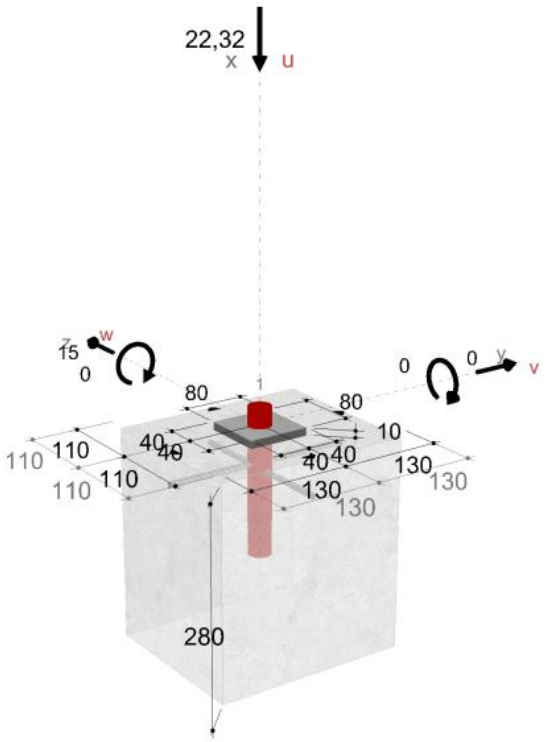
Mörtelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung
5918 500 320	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 320 ml
5918 500 420	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 420 ml
5918 503 825	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 825 ml
5918 504 280	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 280 ml

Gewählter Dübeltyp und Größe	**WIT-UH 300 + Ankerstange Meterware/ S M30**
Material	S 5.8
Effektive Verankerungstiefe	159 mm
Zulassung	ETA-17/0127 gültig ab 13.11.2020



Geometrie und Belastung:



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	V_{Edv} [kN]	V_{Edw} [kN]	M_{Edu} [kNm]	M_{Edv} [kNm]	M_{Edw} [kNm]	Belastungstyp
1		**-22,320**	**0,000**	**15,000**	-	**0,000**	**0,000**	**Normal**

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ [kN]	$(V^{Mx,i}_{Ed,y})$ [kN]	$(V^{Mx,i}_{Ed,z})$ [kN]	$(V^{Vy,i}_{Ed,y})$ [kN]	$(V^{Vz,i}_{Ed,z})$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ [kN]	$V^i_{Ed,z}$ [kN]	V^i_{Ed} [kN]
1	**0,000**	0,000	0,000	0,000	15,000	**0,000**	**15,000**	**15,000**

	$\Sigma N^i_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,y})$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,z})$ [kN]	$\Sigma (V^{Vy,i}_{Ed,y})$ [kN]	$\Sigma (V^{Vz,i}_{Ed,z})$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,z}$ [kN]	$\lvert\Sigma V^i_{Ed}\rvert$ [kN]
Summe	**0,000**	0,000	0,000	0,000	15,000	**0,000**	**15,000**	**15,000**

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Querkraft	Stahlversagen ohne Hebelarm	11,15 %	nachgewiesen
Querkraft	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Dübelgruppe)	44,87 %	nachgewiesen
Querkraft	**Betonkantenbruch**	**99,84 %**	**nachgewiesen**

Ankerplattenbemessung:

Es wurde keine Ankerplattenbemessung durchgeführt. Der Nachweis der ausreichenden Steifigkeit ist vom Nutzer zu erbringen.

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.1.5. **D-002 Winkelverbinder für Zugstützen**

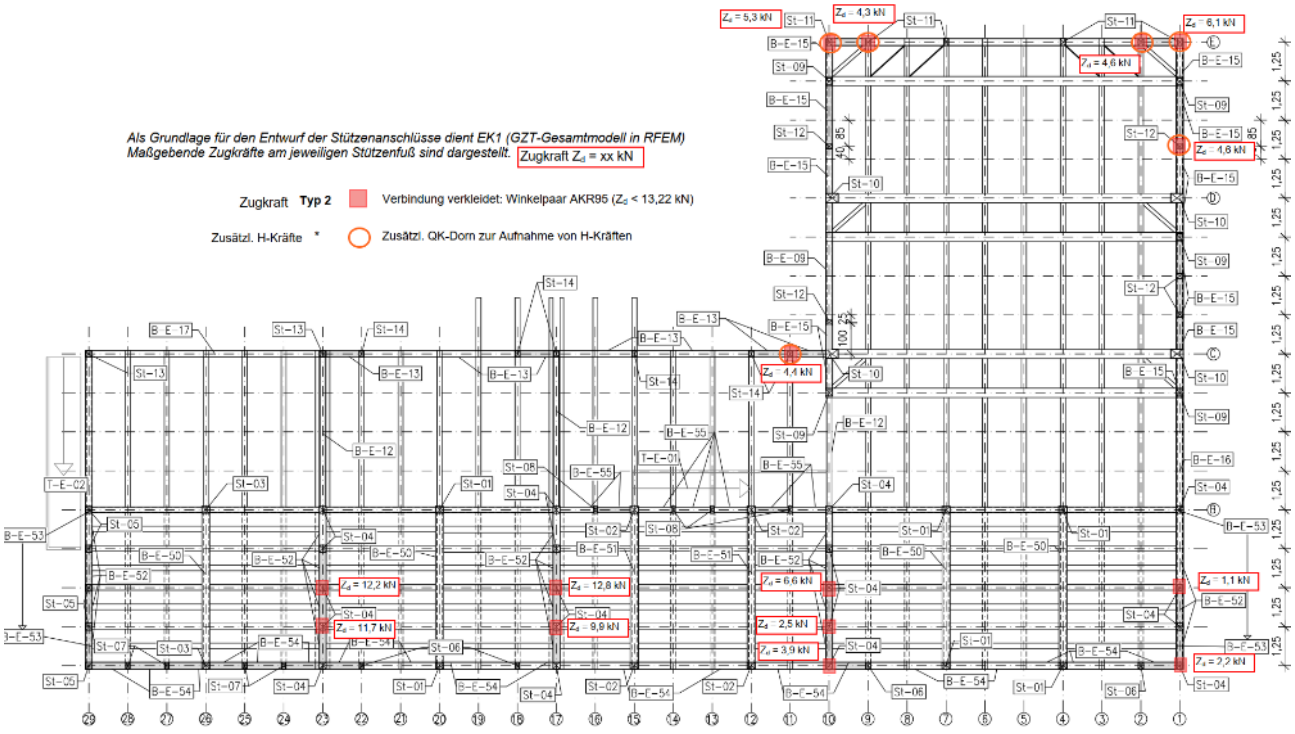
Winkelverbinder	2x AKR95, Blechdicke t = 3 mm Simpson-Strong-tie o.glw., Anschluss mit 5x CNA4,0x60 mm Kammnägeln, Nagelbild **2**, gem. ETA-07/0285 o.glw.
Verankerung	mit Bolzen M12 5.8 + WIT-UH 300, eff. Verankerungstiefe: mind. 70 mm, gem. ETA-17/0127 o. glw.
St-04-A	GL24h, b/h = 22/22 cm
St-04-B	GL24h, b/h = 22/20 cm
Verankerungsgrund	Beton C25/30, bewehrt

Vorbemerkung

Die Winkelverbindung ist verkleidet, sodass ein konstruktiver Brandschutz für allgemein F30 bzw. in der Schmiede F90 gegeben ist.

D-002: Nur Winkelpaar

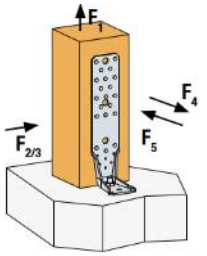
D-002*: Winkelpaar und Querkraftdorn



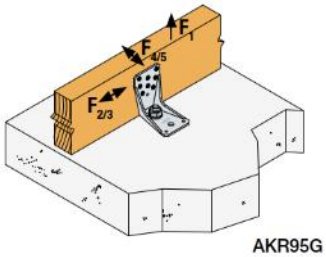
Grundlagen Stützenanschluss mit Zugbeanspruchung:

- Kraft-Faserwinkel α = 0°
- p_k <= 420 kg/m³
- Zugbeanspruchter Rand. Mindestrandabstände der Nägel zu beachten! Maßgebend ist $a_{3,t}$ → Randabstand mind. (10 + 5*cosα)*d = 15*4 mm = **60 mm** → Geringere Werte durch Zulassung des hier angegebenen Verbinders möglich. Bei abweichender Produktwahl des Stahlwinkels ist der Mindestrandabstand zu berücksichtigen.

Für die Zugbeanspruchung ist der Widerstandswert F_1 maßgebend (Annahme von 2 AKR!)



AKR285G



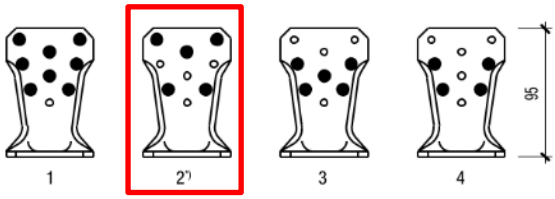
AKR95G

Da es sich um den Anschluss von Stützen handelt, können nur ausgewählte Nagelbilder (nachfolgend hervorgehoben) verwendet werden.

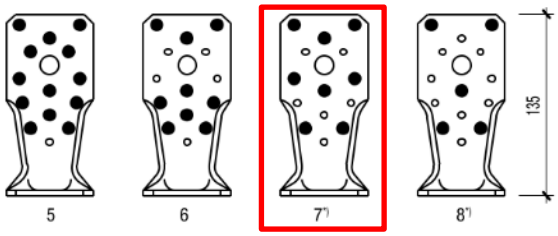
Nagelbilder gemäß ETA-07/0285

Die mit * versehenen Ausführungen können auch für Stützenanschlüsse verwendet werden.

AKR95 / ...L



AKR135 / ...L



Werte für Berechnungen und charakteristische Werte

Art. Nr.	Nagelbild	Anzahl Nägel (n)	Tabelle für Anschlüsse mit 2 AKR Winkelverbinder			
			Werte für die Formeln [1] und [2] zur Berechnung von $R_{1,k}$ [kN]			
			CNA4,0x50		CNA4,0x60	
			$R_{bend,nail,k}$	$R_{1,nail,k}$	$R_{bend,nail,k}$	$R_{1,nail,k}$
AKR95	1	8	17,60	22,64	22,00	26,48
AKR95	2	5	7,97	14,78	9,96	17,19
AKR95	3	5	16,83	13,34	21,03	15,71
AKR95	4	4	13,50	10,70	16,88	12,59
AKR135	5	13	11,58	40,69	14,48	46,92
AKR135	6	9	11,58	27,21	14,48	31,54
AKR135	7	8	5,24	26,13	6,55	29,94
AKR135	8	5	5,24	16,05	6,55	18,44

Lasten

Max. Zuglast:

Z_d = 12,8 kN (St-04 in Achsenkreuz A/B-17)

Bemessung

NKL1/2, KLED kurz/sehr kurz (Wind), k_{mod} = 1,0

$R_{1,k}$*1,0/1,3 = 17,19 kN / 1,3 = **<u>13,22 kN</u> > Z_d = 12,8 kN** → Max. Ausnutzung μ = 97% OK.

Die Stützen, die zusätzlich mit einem Querkraftdorn ausgestattet sind, haben eine maximale Zugkraftbeanspruchung von 6,1 kN.

<u>Ausnutzung μ = 6,1 kN/13,22 kN*100 = 46%</u> → Die zusätzl. Anordnung einer 10 mm starken Ausgleichsschicht für diese Verbindung erfolgt ohne weiteren Nachweis.

<u>Nachweis Bolzen M12 (Verankerung in Beton)</u>

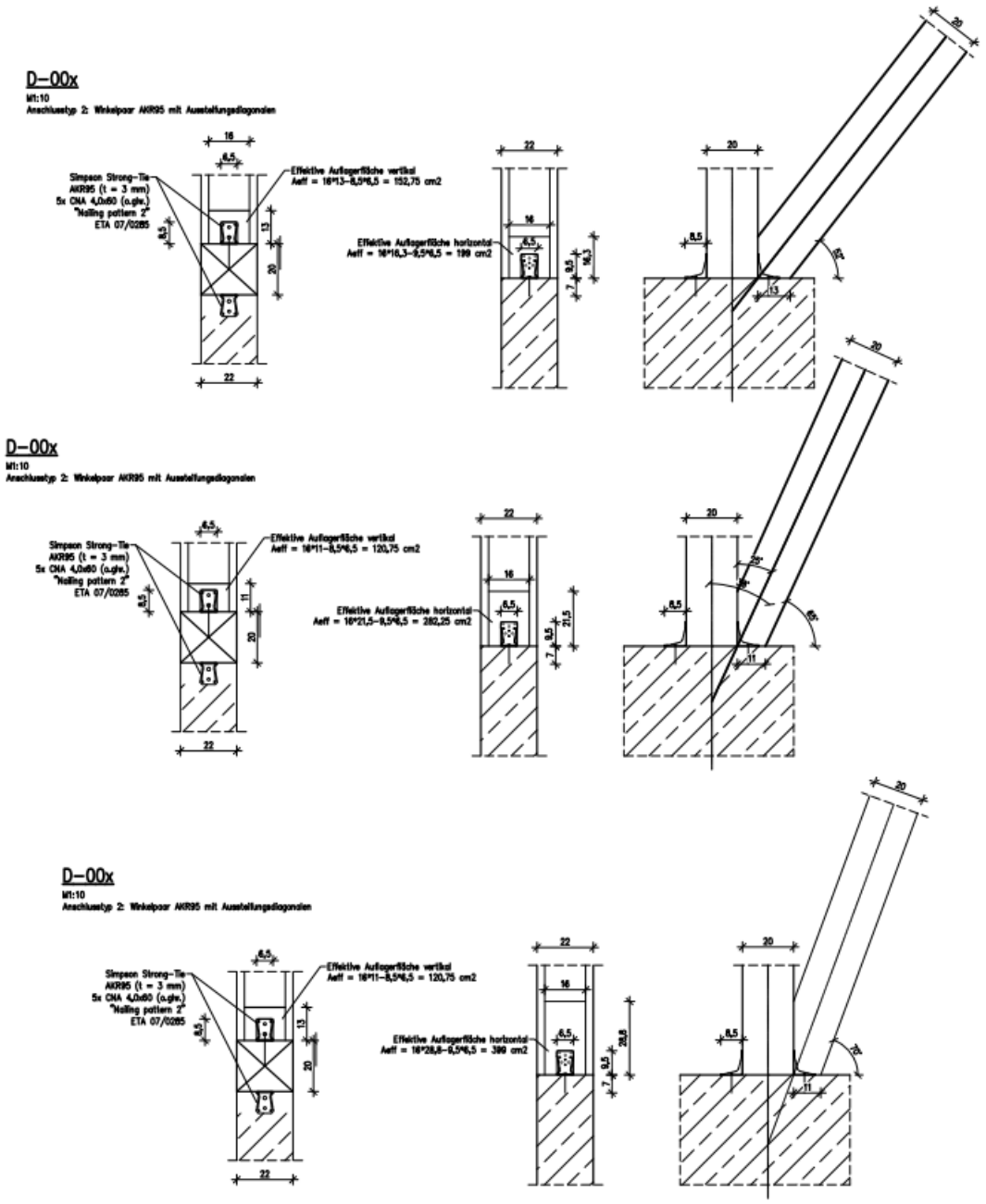
Zugkraft wird auf die 2 Bolzen aufgeteilt:
$Z_{d,Bolzen}$ = 12,8 kN/2 = 6,4 kN
Bemessung für höhere Zugkraft s. VI.4.4 maßgebend → keine separate Nachweisführung an dieser Stelle.

<u>Nachweis Pressung Aussteifungsdiagonalen mit vermindertem Querschnitt</u>

Die Aussteifungsdiagonalen B-20, die an die Stützen anschließen, werden so ausgefräst, dass der Winkelverbinder überdeckt wird. Es wird der Nachweis der Pressung mit der verbleibenden Querschnittsfläche geführt.

B-20 C24 b/h = 16/20 cm

Breite des Verbinders: 6,5 cm, Tiefe 8,5 cm



Max. Druckkraft N_{Ed} (α_1 = 37,9°) = 23,4 kN → H_d = 23,4 kN*sin(37,9°) = <u>14,4 kN</u> V_d = 23,4*cos(37,9) = 18,46 kN

Max. Druckkraft N_{Ed} (α_2 = 24,8°) = 20,4 kN → H_d = 20,4 kN*sin(24,8°) = 8,56 kN V_d = 20,4*cos(24,8) = 18,52 kN

Max. Druckkraft N_{Ed} (α_3 = 20,3°) = 30,3 kN → H_d = 30,3 kN*sin(20,3°) = 10,5 kN V_d = 30,3*cos(20,3) = <u>28,42 kN</u>

<u>Druckanschluss – Kraft schräg zur Faserrichtung</u>

l_1 >=2*h und BSH → <u>$k_{c,90}$ = 1,75</u>

$t_{1,eff}$ = t+3*sinα

$l_{2,eff}$ = l+3*cosα

<u>$f_{c,0,d}$ (C24)</u> = 0,9*21,0 MPa/1,3 = <u>14,53 MPa</u>

<u>$f_{c,90,d}$ (C24)</u> = 0,9*2,5 MPa/1,3 = <u>1,73 MPa</u>

k_{mod} = 0,9

#	α	t	$t_{1,eff}$ (cm)	l	$l_{2,eff}$ (cm)	A_{eff} (cm²)	$F_{c,\alpha,d}$
1	52,1°	16	18,37	13	14,84	272,6	23,4 kN
2	65,2°	22	24,72	11	12,26	303,1	20,4 kN
3	69,7°	29	31,81	11	12,04	383,0	30,3 kN

Nachweis:

$(\mathbf{F_{c,\alpha,d}/A_{eff}})*(f_{c,0,d}*\sin^2\boldsymbol{\alpha}/(k_{c,90}*f_{c,90,d}) +\cos^2\boldsymbol{\alpha})/f_{c,0,d}$ **<= 1**

1) (23400 N/27260 mm²)*(14,53 MPa*sin²(52,1)/(1,75*1,73 MPa)+cos²(52,1))/14,53 MPa = 0,858*3,37/14,53 = 0,2 <1
2) (20400 N/30310 mm²)*(14,53 MPa*sin²(65,2)/(1,75*1,73 MPa)+cos²(65,2))/14,53 MPa = 0,673*4,13/14,53 = 0,19 <1
3) (30300 N/38300 mm²)*(14,53 MPa*sin²(69,7)/(1,75*1,73 MPa)+cos²(69,7))/14,53 MPa = 0,791*4,34/14,53 = 0,24 <1

Nachweis Auflagerdruck (an Stütze)

Horiziontalkomponente der Aussteifungsdiagonalen H_{max} = 14,4 kN
Effektive Kraftübertragungsfläche A_{min} = 120,75 cm²

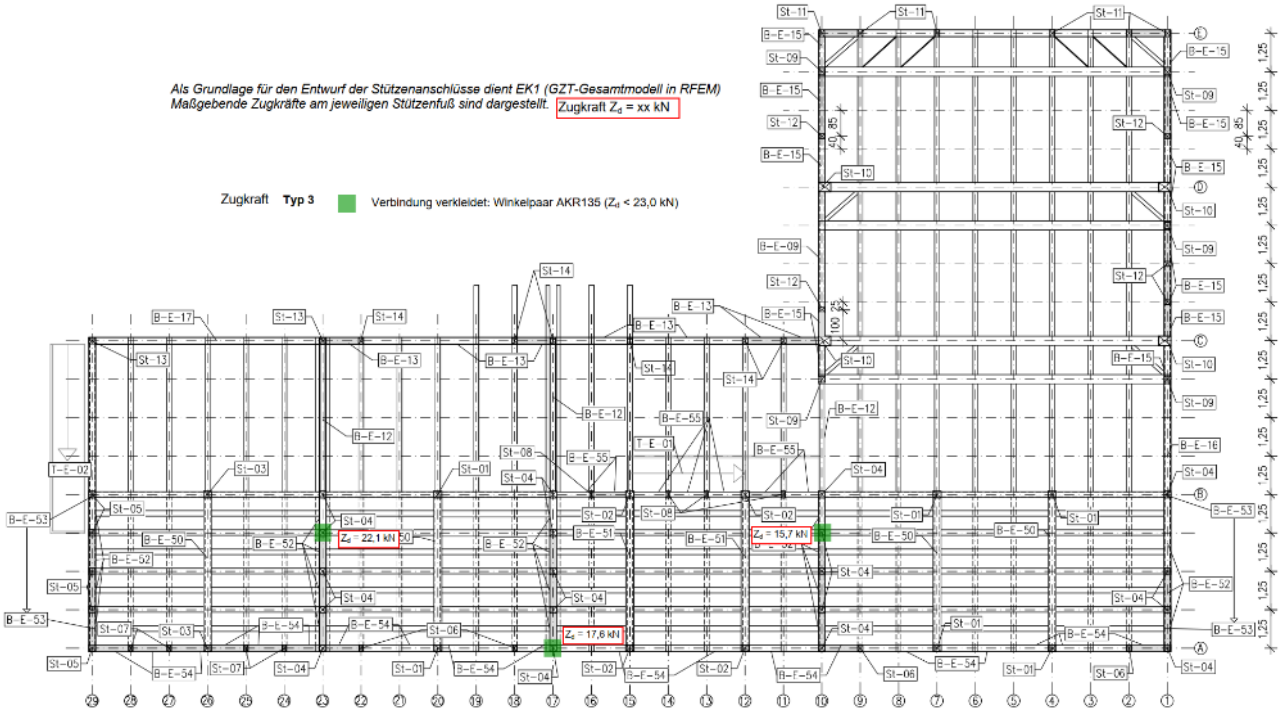
σ_{Ed} = 14400 N/120750 mm² = 0,12 MPa < 1,73 MPa = $f_{c,90,d}$ → Nachweis OK!

IX.1.6. **D-003 Winkelverbinder für Zugstützen II**

Winkelverbinder	AKR135, t = 3 mm Simpson-Strong-tie o.glw., Nagelbild **7**, 8x Kammnägel CNA4,0x60 mm gem. ETA-07/0285 Verankerung mit Bolzen M12 5.8 + WIT-UH 300, eff. Verankerungstiefe: mind. 70 mm, ETA-17/0127
St-04-A	GL24h, b/h = 22/22 cm
St-04-B	GL24h, b/h = 22/20 cm
Verankerungsgrund	Beton C25/30, bewehrt

Vorbemerkung

S. vorhergehenes Kapitel VI.4.2.



Lasten

Beanspruchung abweichend im Vgl. zu Typ 2 → Höhere Zuglasten.

$Z_{d,max}$ = 22,1 kN → Wahl von **AKR 135, Nagelbild 7**

Werte für Berechnungen und charakteristische Werte

Art. Nr.	Nagelbild	Anzahl Nägel (n)	Tabelle für Anschlüsse mit 2 AKR Winkelverbin			
			Werte für die Formeln [1] und [2] zur Berechnung von $R_{1,k}$ [kN]			
			CNA4,0x50		CNA4,0x60	
			$R_{bend,nail,k}$	$R_{1,nail,k}$	$R_{bend,nail,k}$	$R_{1,nail,k}$
AKR95	1	8	17,60	22,64	22,00	26,48
AKR95	2	5	7,97	14,78	9,96	17,19
AKR95	3	5	16,83	13,34	21,03	15,71
AKR95	4	4	13,50	10,70	16,88	12,59
AKR135	5	13	11,58	40,69	14,48	46,92
AKR135	6	9	11,58	27,21	14,48	31,54
AKR135	7	8	5,24	26,13	6,55	29,94
AKR135	8	5	5,24	16,05	6,55	18,44
AKR205	9	10	11,58	24,71	14,48	29,33
AKR205	10	14	11,58	42,86	14,48	49,59
AKR165; AKR205	11	11	11,58	37,14	14,48	42,33
AKR205	12	8	5,24	18,64	6,55	22,25
AKR205	13	3	Siehe ETA-07/0285 Tabelle D61-4			
AKR205	14	8	2,14	22,08	2,68	25,90
AKR285	15	25	11,58	58,98	14,48	70,31
AKR245	16	18	5,24	50,40	6,56	59,00

Bemessung 1

Gewählte Verbindung: **AKR135, Nagelbild 7**

$R_{1,k}$ = 29,94 kN

$R_{1,d} = R_{1,k} * 1,0/1,3$ = 29,94 kN/1,3 = 23,0 kN > 22,1 kN → OK.

Nachweis Bolzen M12 (Verankerung in Beton): Zugkraft wird auf die 2 Bolzen aufgeteilt:
$Z_{d,Bolzen}$ = 22,1 kN/2 = 11,1 kN
Bemessung für höhere Zugkraft s. VI.4.4 maßgebend → keine separate Nachweisführung an dieser Stelle.

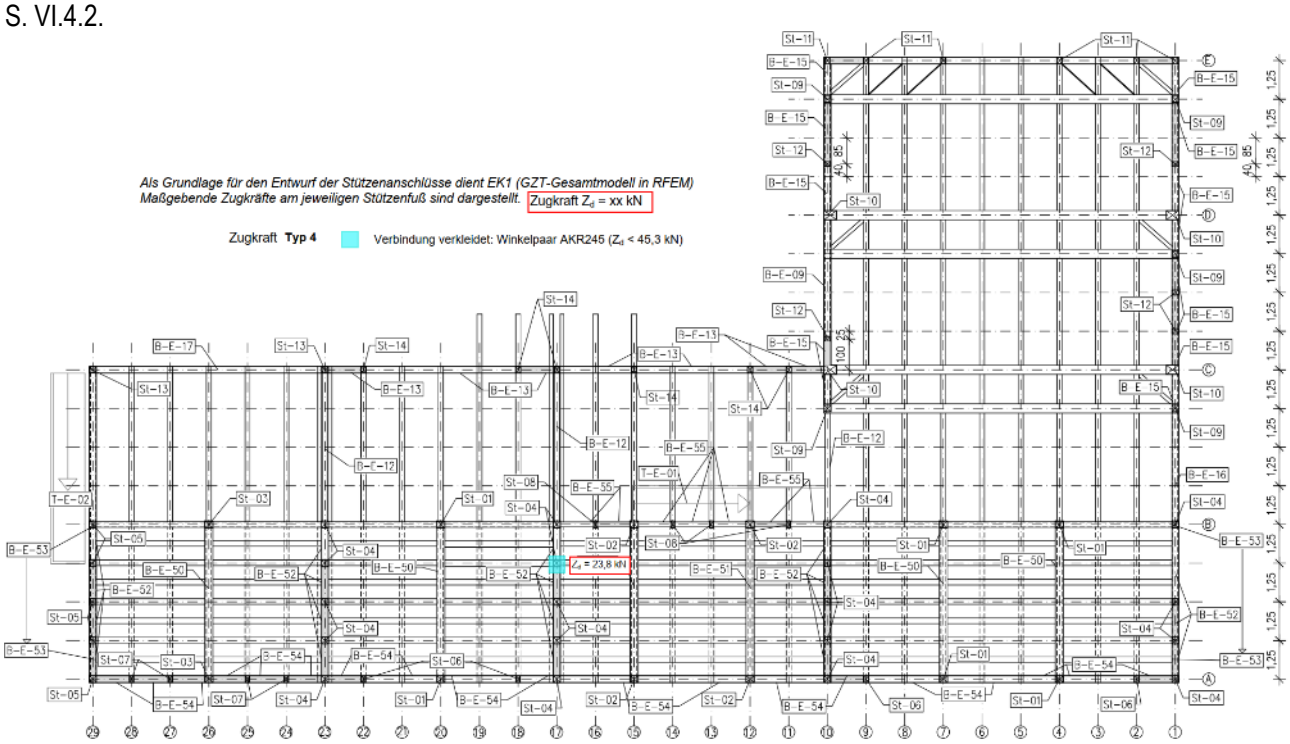
IX.1.7. **D-004 Winkelverbinder für Zugstützen III**

1 Stütze mit höherer Beanspruchung

Winkelverbinder	AKR245, t = 3 mm Simpson-Strong-tie o.glw., Nagelbild 16, 18xKammnägel CNA4,0x60mm gem. ETA-07/0285 Verankerung mit Bolzen M12 5.8 + WIT-UH 300, eff. Verankerungstiefe: mind. 70 mm, ETA-17/0127
St-04-A	GL24h, b/h = 22/22 cm
St-04-B	GL24h, b/h = 22/20 cm
Verankerungsgrund	Beton C25/30, bewehrt

Vorbemerkung

S. VI.4.2.



Lasten

$Z_{d,max}$ = 23,8 kN (St-04 Achsenkreuz A/B-17) → Wahl von **AKR 245, Nagelbild 16**

→ Für diese Beanspruchung wird auch die Bolzenverbindung nachgewiesen

Bemessung

Gewählte Verbindung: **AKR245, Nagelbild 16**

Werte für Berechnungen und charakteristische Werte

Art. Nr.	Nagelbild	Anzahl Nägel (n)	Tabelle für Anschlüsse mit 2 AKR Winkelverbin			
			Werte für die Formeln [1] und [2] zur Berechnung von $R_{1,k}$ [kN]			
			CNA4,0x50		CNA4,0x60	
			$R_{bend,rail,k}$	$R_{1,rail,k}$	$R_{bend,rail,k}$	$R_{1,rail,k}$
AKR95	1	8	17,60	22,64	22,00	26,48
AKR95	2	5	7,97	14,78	9,96	17,19
AKR95	3	5	16,83	13,34	21,03	15,71
AKR95	4	4	13,50	10,70	16,88	12,59
AKR135	5	13	11,58	40,69	14,48	46,92
AKR135	6	9	11,58	27,21	14,48	31,54
AKR135	7	8	5,24	26,13	6,55	29,94
AKR135	8	5	5,24	16,05	6,55	18,44
AKR205	9	10	11,58	24,71	14,48	29,33
AKR205	10	14	11,58	42,86	14,48	49,59
AKR165; AKR205	11	11	11,58	37,14	14,48	42,33
AKR205	12	8	5,24	18,64	6,55	22,25
AKR205	13	3	Siehe ETA-07/0285 Tabelle D61-4			
AKR205	14	8	2,14	22,08	2,68	25,90
AKR285	15	25	11,58	58,98	14,48	70,31
AKR245	16	18	5,24	50,40	6,56	59,00

$R_{1,k}$ = 59,0 kN
$R_{1,d}$ = 59,0 kN/1,3 = 45,3 kN > $Z_{d,max}$ = 23,8 kN → OK.

Nachweis Verankerung in Streifenfundament C25/30

Verankerungsgrund C25/30: Aufkantung des Streifenfundaments b/h = 22/95 cm

Je Bolzen M12:
$F_d = Z_{d,max} / 2$ = 23,8 kN/2 = **11,9 kN**

Eingabedaten

Untergrund	Beton: gerissen | C25/30; f_{ck} = 25,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 30,00 N/mm² | h = 500 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer) | (Bemessung)
Bewehrung	Flächenbewehrung: Normal | Randbewehrung: Keine Spaltbewehrung: Nicht Vorhanden
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine Reinigungstyp: Pressluftreinigung(CAC), siehe Setzanweisung ETA-17/0127

Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
5916 012 999	**Ankerstange S-5.8 x 1000** **- Zuschnittlänge: 88 mm** **- Anzahl Zuschnitte je Ankerstange: 10**	**M12**	**1000 mm**	**3 mm**	**10**

Handelsübliche Gewindestange mit:

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1 der entsprechenden Zulassung
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004
- Markierung der Setztiefe

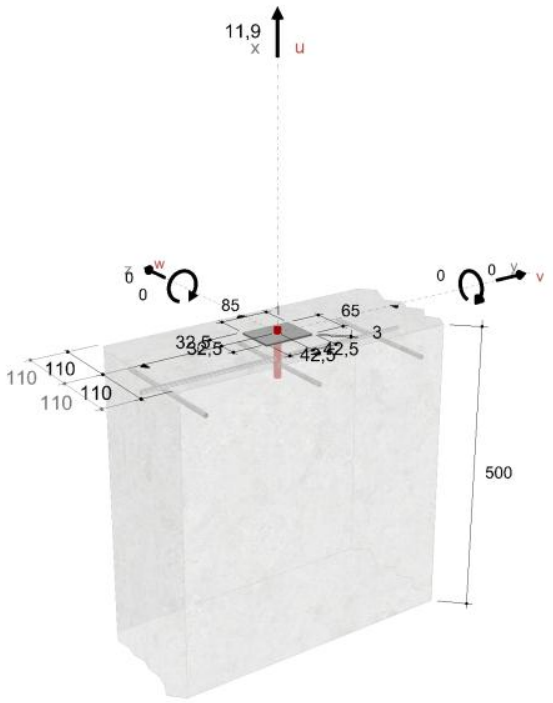
Mörtelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung
5918 500 320	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 320 ml
5918 500 420	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 420 ml
5918 503 825	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 825 ml
5918 504 280	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 280 ml

Gewählter Dübeltyp und Größe	**WIT-UH 300 + Ankerstange Meterware/ S M12**
Material	S 5.8
Effektive Verankerungstiefe	70 mm
Zulassung	ETA-17/0127 gültig ab 13.11.2020



Geometrie und Belastung:



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	V_{Edv} [kN]	V_{Edw} [kN]	M_{Edu} [kNm]	M_{Edv} [kNm]	M_{Edw} [kNm]	Belastungstyp
1		**11,900**	**0,000**	**0,000**	-	**0,000**	**0,000**	**Normal**

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ [kN]	$(V^{Mx,i}_{Ed,y}$ [kN]	$(V^{Mx,i}_{Ed,z}$ [kN]	$(V^{Vy,i}_{Ed,y}$ [kN]	$(V^{Vz,i}_{Ed,z}$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ [kN]	$V^i_{Ed,z}$ [kN]	V^i_{Ed} [kN]
1	**11,900**	0,000	0,000	0,000	0,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**

	$\Sigma N^i_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma (V^{Vy,i}_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma (V^{Vz,i}_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,z}$ [kN]	$\lvert\Sigma V^i_{Ed}\rvert$ [kN]
Summe	**11,900**	0,000	0,000	0,000	0,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Zug	Stahlversagen	42,37 %	nachgewiesen
Zug	**Kombiniertes Versagen Herausziehen und Betonausbruch**	**92,10 %**	**nachgewiesen**
Zug	Betonausbruch	79,16 %	nachgewiesen

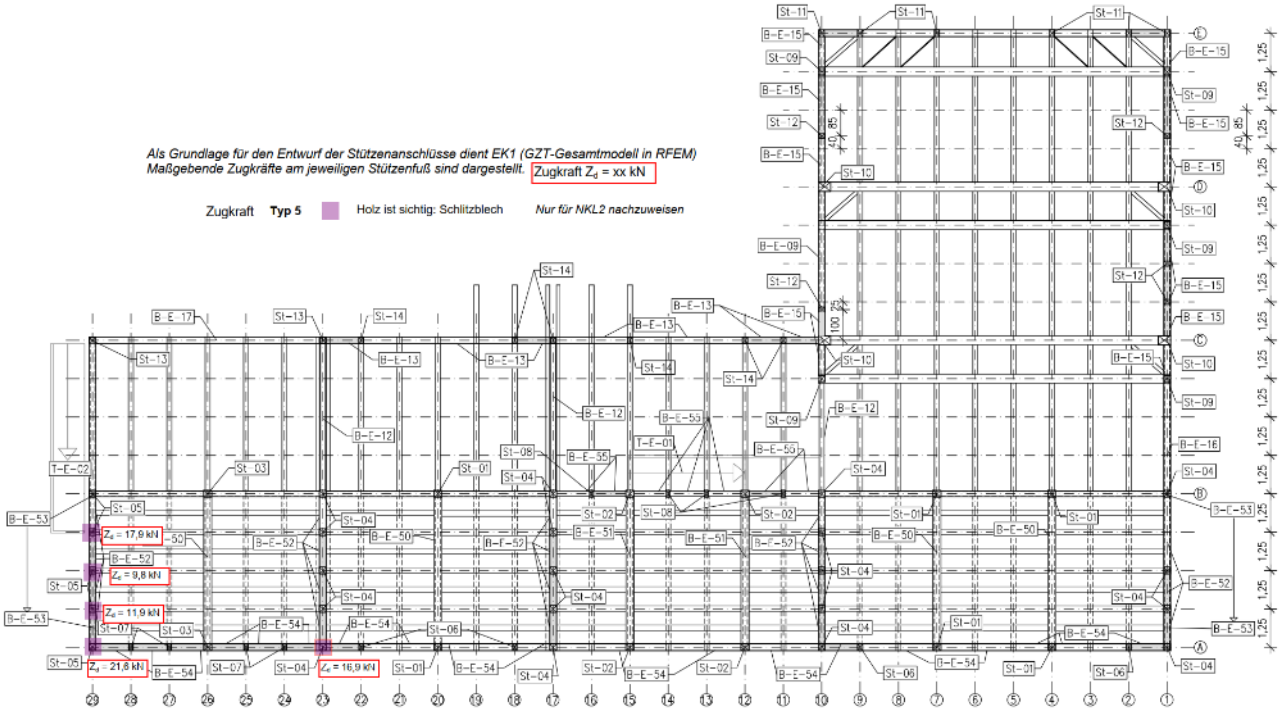
Ankerplattenbemessung:

Es wurde keine Ankerplattenbemessung durchgeführt. Der Nachweis der ausreichenden Steifigkeit ist vom Nutzer zu erbringen.

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.1.8. **D-005 Schlitzblech Freilager**

Schlitzblech	S235 b/h/t = 100/100/6 mm, 3x SDü ⌀10x160 mm, Mindestrandabstand SDü von UK Stütze: 80 mm
Ankerplatte	S235 b/h/t = 90/100/10 mm, 4x Dübel M8 S5.8, Leff = min. 146 mm, + WIT-UH 300 ETA-17/0127 o. glw.
Schweißnaht	Schlitzblech-Ankerplatte, S235, Doppelkehlnaht a_w = 3 mm, L_w = 100 mm
Ausgleichsmörtel	Max. 30 mm
St-04-A	GL24h, b/h = 22/22 cm
St-05	GL24h, b/h = 22/22 cm
Verankerungsgrund	Streifenfundament Fu-01 bzw. Fu-05, C25/30, bewehrt, b/h_{max} = 22/95 cm

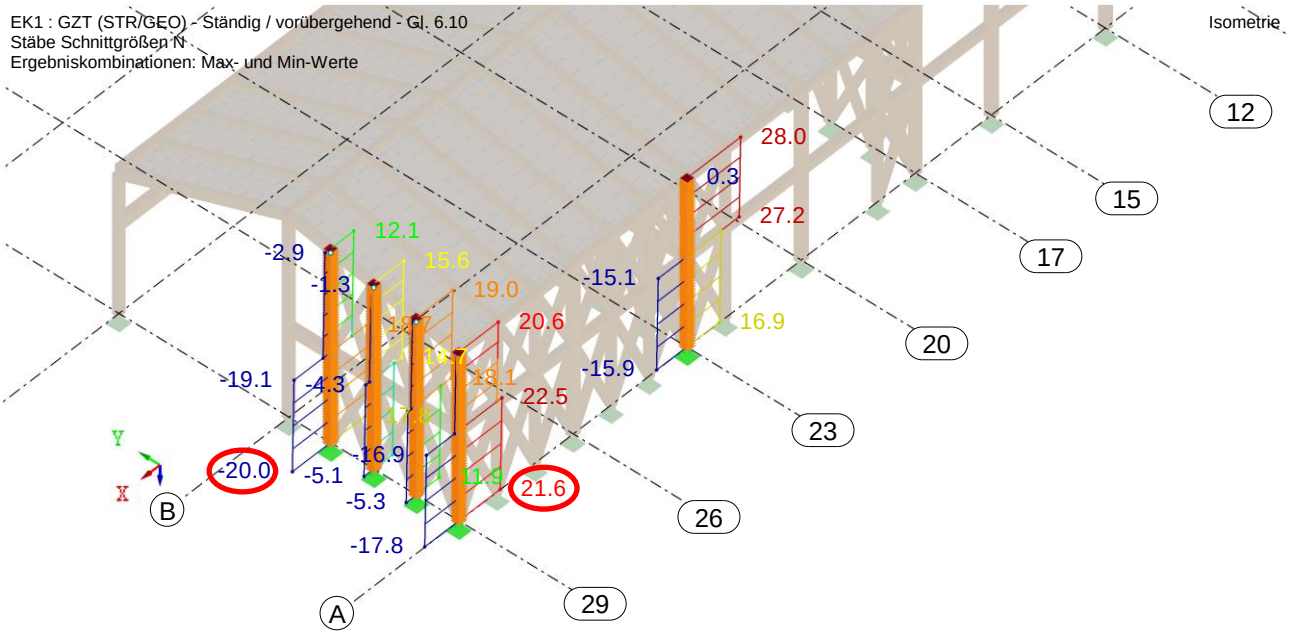


Vorbemerkung

Die Druck- und Zugkräfte werden über die Schlitzblechverbindung abgetragen. Die Holzstützen haben jeweils eine Fräsung, um die Ankerplatte aufzunehmen, wobei der Holzüberstand konstruktiv einen ausreichenden Brandschutz sicherstelle (insb. Achse 29). Es ist eine Ausgleichsmörtelschicht von max. 30 mm vorgesehen. Keine H-Kräfte zu verankern, da das Streifenfundament 50 cm hoch ist (entspricht berücksichtigter Anprallhöhe).

Lasten

Zug und Druck werden über die Stabdübel-Schlitzblech-Verbindung abgetragen. Keine Horizontallasten.
Plot aus RFEM-Modell zur min. und max. N-Kraft der betreffenden Stützen:



Stäbe Max N: 28.0, Min N: -20.0 [kN]

Max. Druck (am Stützenfuß) D_d = 20,0 kN

Max. Zug (am Stützenfuß): Z_d = **21,6 kN**

Bemessung Schlitzblech

Kraft-Faser-Winkel = 0°,

Nachweis: 29,83 kN > 21,6 kN → OK.

Stabdübel		d = 10 mm S 235	nach **DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12** (vereinfachtes Verfahren)
innenliegendes Stahlblech	t_S	6 mm S 235	
Anzahl der Bleche	n_t [-]	1	
Holzquerschnitt		GL 24h Nadelholz	
Dicke Seitenholz	t_1 [cm]	8 > 5,7 ✓	
		0	
Kraft–Faser–Winkel	α_1 [°]	0	
Fließmoment Stabdübel	$M_{y,Rk}$ [Nmm]	42.996	
Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm²]	28,04	
Tragfähigkeit je Scherfuge	$F_{v,\alpha,Rk}$ [kN]	6,94	
Tragfähigkeit Bemessungswert	**$F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**12,63**	mit k_{mod} [-] 1,00
Anzahl in Faserrichtung	n_0 [-]	1	
Anzahl quer zur Faserrichtung	n_{90} [-]	3	
	n_{ef} [-]	2,36	
Bemessungswert VM-Gruppe	**Σ $F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**29,83**	

Mindestabstände Bauteil 1	erf Abstand	vorh Abstand	
a_1 [mm]	50	50	✓
a_2 [mm]	30	30	✓
$a_{3,t}$ [mm]	80	80	✓
$a_{3,c}$ [mm]	30	30	✓
$a_{4,t}$ [mm]	30	30	✓
$a_{4,c}$ [mm]	30	30	✓

Definition	untereinander	zum beanspruchten Rand	zum unbeanspruchten Rand
|| Faser	a_1	$a_{3,t}$	$a_{3,c}$
⊥ Faser	a_2	$a_{4,t}$	$a_{4,c}$
Abbildung siehe Schneider, 20.Auflage, Tafel 9.40			

Nachweis Schweißnaht Schlitzblech-Ankerplatte

Zug Z_d = 21,6 kN senkrecht zur Schweißnaht.

a_w = 3 mm

L_w = 100 mm

Schweißnahtnachweis nach DIN EN 1993-1-8:2012-12				
Richtungsbezogenes Verfahren für Kehlnähte				
rechtwinkliger Anschluß				
Doppelkehlnaht				
a_w [mm]	3		L_w [mm]	100
A_w [cm²]	6,0		Stahlsorte	S235
W_w [cm³]	10,0		$f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ [kN/cm²]	36,0
Beanspruchung				
$F_{II,Ed}$ [kN]	0		$F_{\perp,Ed}$ [kN]	22
$M_{y,Ed}$ [kNcm]	0			
Schweißnahtspannungen				
$\tau_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	2,6		$\sigma_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	2,6
$\tau_{II,Ed}$ [kN/cm²]	0,0			
$\sigma_{v,d}$ [kN/cm²]	5,2			
Nachweis				
$\sigma_{v,d}/[f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})]$	0,14	< 1		
$\sigma_{\perp,Ed}$ $/(0,9*f_u/\gamma_{M2})$	0,10	< 1		

Nachweis Verankerung im Streifenfundament

Für Z_d = 21,6 kN und Berücksichtigung einer Ausgleichsmörtelschicht von max. t = 30 mm.

Eingabedaten

Untergrund	Beton: gerissen | C25/30; f_{ck} = 25,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 30,00 N/mm² | h = 950 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer) | (Bemessung)
Bewehrung	Flächenbewehrung: Normal | Randbewehrung: Gerade Randbewehrung + Engmaschige Aufhängebewehrung Spaltbewehrung: Vorhanden
Anschlussprofil	FI 100 x 6,0
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Unterfütterung; Abstand: 30 mm; Einspanngrad: 2,00 Reinigungstyp: Pressluftreinigung(CAC), siehe Setzanweisung ETA-17/0127

Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
5916 008 999	**Ankerstange S-5.8 x 1000** - **Zuschnittlänge: 196 mm** - **Anzahl Zuschnitte je Ankerstange: 5**	**M8**	**1000 mm**	**40 mm**	**10**

Handelsübliche Gewindestange mit:

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1 der entsprechenden Zulassung
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004
- Markierung der Setztiefe

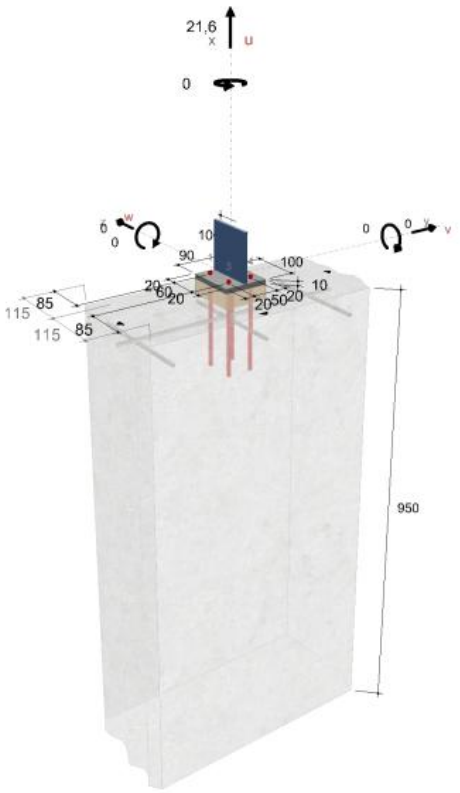
Mörtelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung
5918 500 320	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 320 ml
5918 500 420	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 420 ml
5918 503 825	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 825 ml
5918 504 280	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 280 ml

Gewählter Dübeltyp und Größe	**WIT-UH 300 + Ankerstange Meterware/ S M8**
Material	S 5.8
Effektive Verankerungstiefe	146 mm
Zulassung	ETA-17/0127 gültig ab 13.11.2020



Geometrie und Belastung:



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	V_{Edv} [kN]	V_{Edw} [kN]	M_{Edu} [kNm]	M_{Edv} [kNm]	M_{Edw} [kNm]	Belastungstyp
1		**21,600**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**Normal**

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ [kN]	$(V^{Mx,i}_{Ed,y})$ [kN]	$(V^{Mx,i}_{Ed,z})$ [kN]	$(V^{Vy,i}_{Ed,y})$ [kN]	$(V^{Vz,i}_{Ed,z})$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ [kN]	$V^i_{Ed,z}$ [kN]	V^i_{Ed} [kN]
1	**5,400**	0,000	0,000	0,000	0,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**
2	**5,400**	0,000	0,000	0,000	0,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**
3	**5,400**	0,000	0,000	0,000	0,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**
4	**5,400**	0,000	0,000	0,000	0,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**

	$\Sigma N^i_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,y})$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,z})$ [kN]	$\Sigma (V^{Vy,i}_{Ed,y})$ [kN]	$\Sigma (V^{Vz,i}_{Ed,z})$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,z}$ [kN]	$\lvert\Sigma V^i_{Ed}\rvert$ [kN]
Summe	**21,600**	0,000	0,000	0,000	0,000	**0,000**	**0,000**	**0,000**

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Zug	Stahlversagen	44,25 %	nachgewiesen
Zug	Kombiniertes Versagen Herausziehen und Betonausbruch	87,42 %	nachgewiesen
Zug	**Betonausbruch**	**99,87 %**	**nachgewiesen**

Ankerplattenbemessung:

Es wurde eine Ankerplattenbemessung durchgeführt. Der Nachweis der ausreichenden Steifigkeit ist erbracht.

Stahlspannung (Ankerplatte): $\beta = \sigma_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_M) = 123{,}22$ N/mm² / (235 N/mm² / 1,10) = 57,68 %

Die Ankerplattenbemessung wurde erfolgreich durchgeführt.

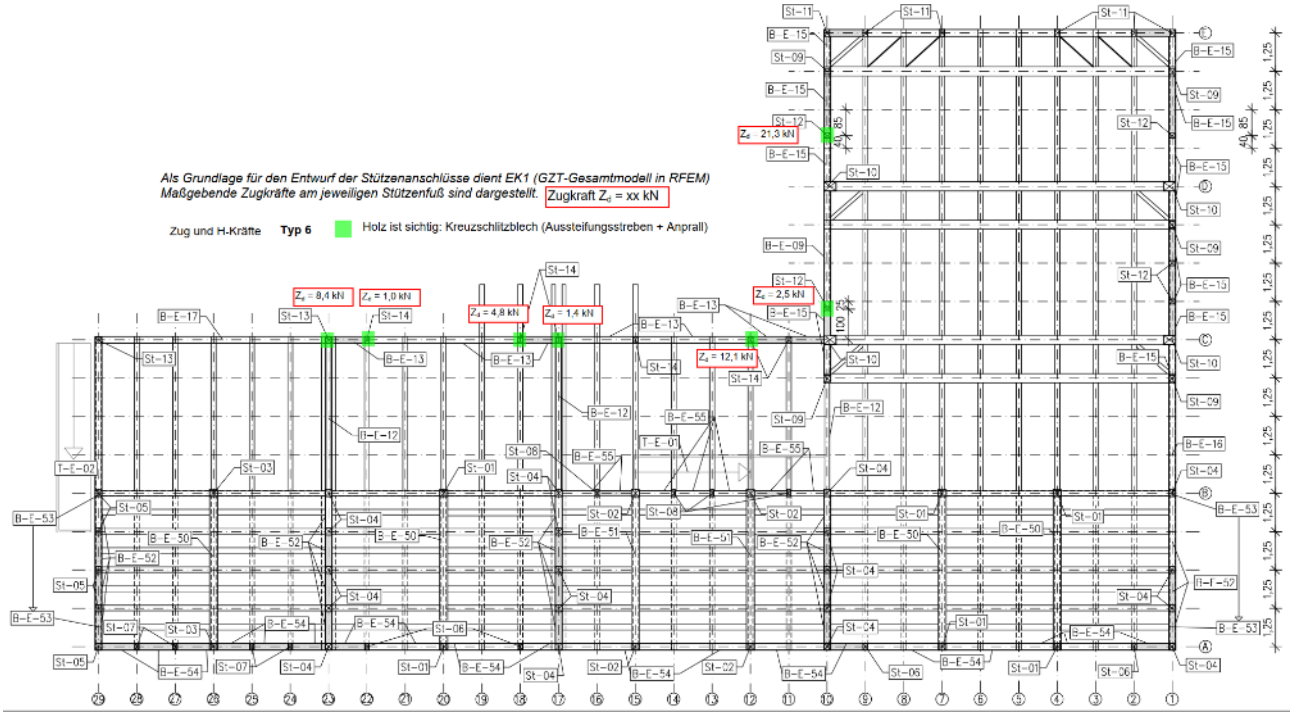
Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.1.9. **D-006 Kreuzschlitzblech**

Schlitzblech (gekreuzt)	S235, 2 x b/h/t = 100/150/6 mm
Schweißnaht	Schlitzblech-Schlitzblech (SB-SB) und Schlitzblech-Ankerplatte (SB-AP): Doppelkehlnaht, S235, a_w = 3 mm L_w (SB-SB) = über die gesamte Höhe; L_w (SB-AP) = min. 50 mm
Ankerplatte	S235, b/h/t = 110/110/15 mm
Verankerung	Dübel 4x M10 S 5.8, L_{eff} = mind. 149 mm, 4x Verfüllscheibe WIT-SHB M10, D12 mit WIT-UH 300 (ETA-17/0127 o.glw.)
Aufkantung Streifenfundament	C25/30, b = 22 cm
2x St-12	GL24h, b/h = 16/22 cm
1x St-13-B	GL24h, b/h = 22/22 cm
4x St-14	GL24h, b/h = 16/22 cm

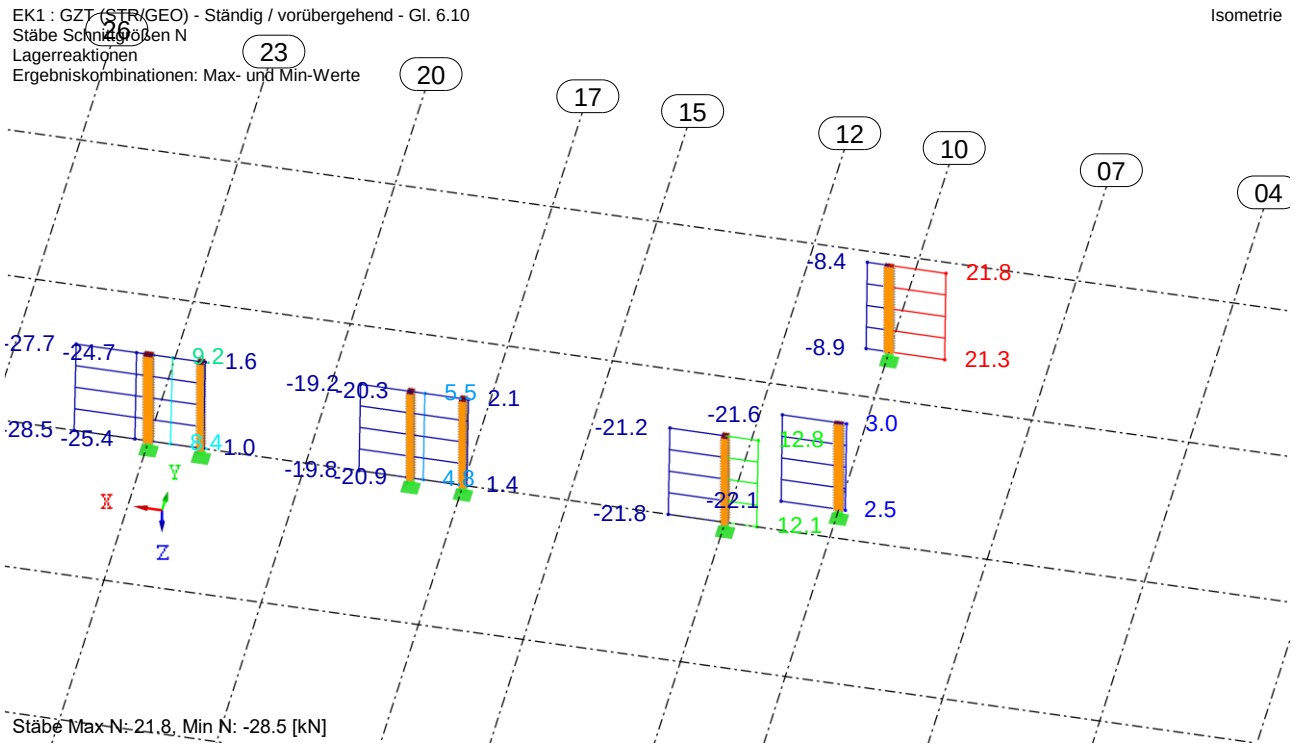
Vorbemerkung

Es wird von einer gelenkigen Verbindung ausgegangen, da sie einschnittig und nur mit jeweils einer Dübelreihe je Richtung ausgeführt wird. Die Momentenbeanspruchung aus Anprall wird über den Stützenquerschnitt abgetragen. Dieser Verbindungstyp nimmt Zugkräfte sowie Horizontalkräfte aus Anprall bzw. Aussteifung auf. Brandschutz: Die Stützen sind sichtig, dementsprechend ist die Stahlverbindung konstruktiv durch die Holzüberdeckung geschützt.



Lasten

Die Stabdübel-Schlitzblech-Verbindung trägt sowohl Zug- und Druckkräfte in Achsrichtung sowie Horizontallasten aus dem Aussteifungssystem (maßgebend gegenüber Anprall) ab. Im Folgenden sind die Bemessungslasten für die Stützen mit Anschlusstyp 6 dargestellt.



$H_{k,max}$ = <u>15,3 kN</u> (horizontale Einwirkung in zwei Richtungen aus Aussteifungsdiagonalen bzw. Anprall möglich aber keine Überlagerung).

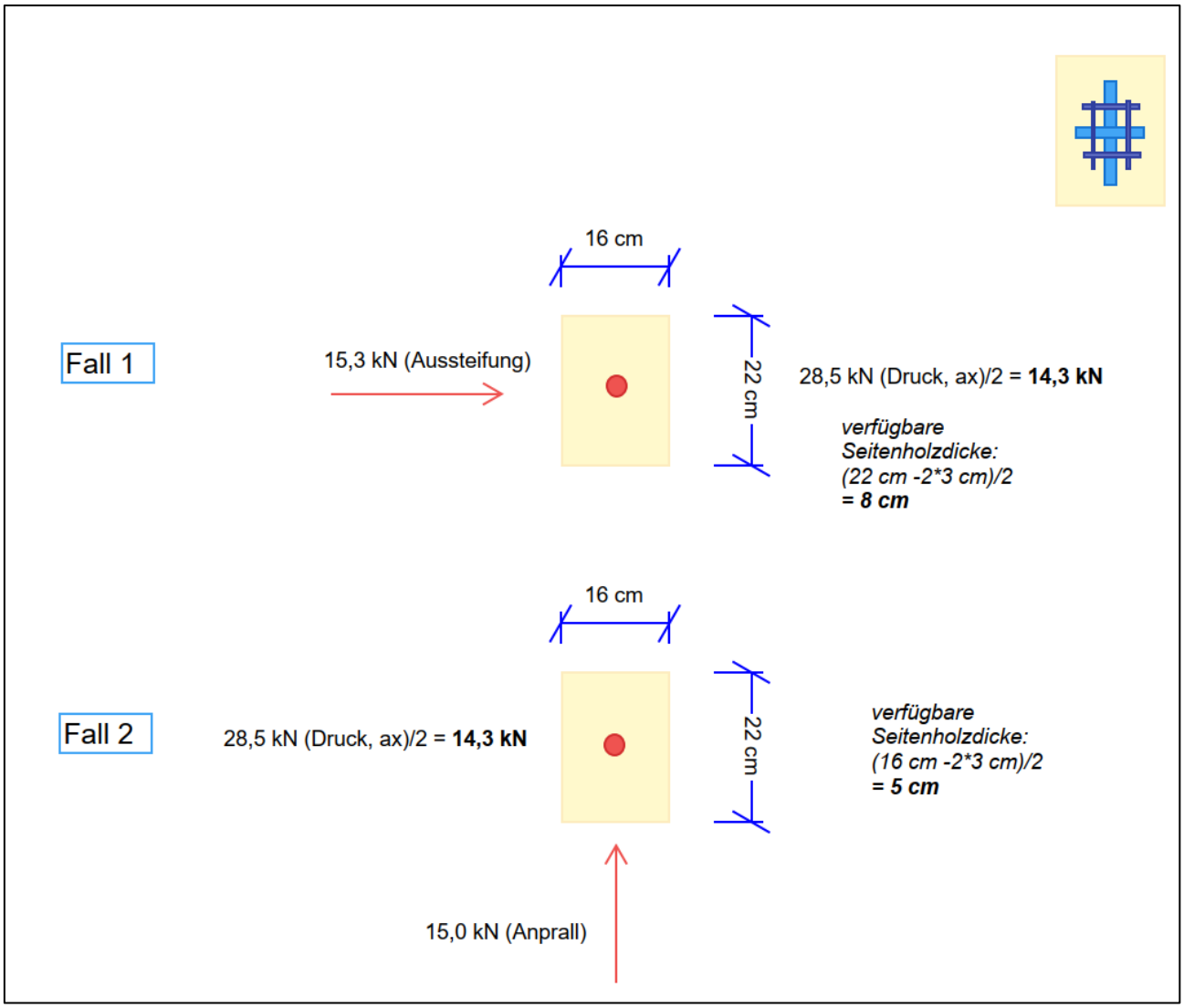
$Z_{d,max}$ = 12,1 kN / 21,3 kN

$D_{d,max}$ = <u>28,5 kN</u>

<u>Bemessung</u>

<u>Schlitzblech-Stabdübelverbindung (einschnittig je Richtung)</u>

Abtrag der Druckkraft wird maßgebend. Es wird davon ausgegangen, dass in Achsrichtung alle vier Dübel gleichermaßen aktiviert werden können – in horizontaler Richtung jedoch nur die zwei senkrecht zur Last ausgerichteten Dübel.



NKL1, KLED kurz/s.k. → k_{mod} = 1,0

in x-Richtung - horizontal (Kraft-Faser-Winkel: 90 Grad): 17,0 kN > 15,3 kN

in z-Richtung - vertikal (Kraft-Faser-Winkel: 0 Grad): 20,48 kN > 14,3 kN

→ Nachweis OK.

Stabdübel		d = 12 mm S 235	nach **DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12** (vereinfachtes Verfahren)
innenliegendes Stahlblech	t_S	6 mm S 235	
Anzahl der Bleche	n_t [-]	1	**In Achsrichtung**
Holzquerschnitt		GL 24h Nadelholz	
Dicke Seitenholz	t_1 [cm]	5 ≤ 6,7 Abminderung!	
		0	
Kraft–Faser–Winkel	α_1 [°]	0	
Fließmoment Stabdübel	$M_{y,Rk}$ [Nmm]	69.071	
Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm²]	27,42	
Tragfähigkeit je Scherfuge	$F_{v,\alpha,Rk}$ [kN]	7,15	
Tragfähigkeit Bemessungswert	**$F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**13,01**	mit k_{mod} [-] 1,00
Anzahl in Faserrichtung	n_0 [-]	1	
Anzahl quer zur Faserrichtung	n_{90} [-]	2	
	n_{ef} [-]	1,58	
Bemessungswert VM-Gruppe	**$\Sigma F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**20,48**	

Mindestabstände Bauteil 1	erf Abstand	vorh Abstand	
a_1 [mm]	60	60	✓
a_2 [mm]	36	40	✓
$a_{3,t}$ [mm]	84	85	✓
$a_{3,c}$ [mm]	36	40	✓
$a_{4,t}$ [mm]	36	40	✓
$a_{4,c}$ [mm]	36	40	✓

Stabdübel		d = 12 mm S 235	nach **DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12** (vereinfachtes Verfahren)
innenliegendes Stahlblech	t_S	6 mm S 235	
Anzahl der Bleche	n_t [-]	1	**Horizontal**
Holzquerschnitt		GL 24h Nadelholz	
Dicke Seitenholz	t_1 [cm]	5 ≤ 8,2 Abminderung!	
		0	
Kraft–Faser–Winkel	α_1 [°]	90	
Fließmoment Stabdübel	$M_{y,Rk}$ [Nmm]	69.071	
Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm²]	17,92	
Tragfähigkeit je Scherfuge	$F_{v,\alpha,Rk}$ [kN]	4,68	
Tragfähigkeit Bemessungswert	**$F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**8,50**	mit k_{mod} [-] 1,00
Anzahl in Faserrichtung	n_0 [-]	1	
Anzahl quer zur Faserrichtung	n_{90} [-]	2	
	n_{ef} [-]	2,00	
Bemessungswert VM-Gruppe	**$\Sigma F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**17,00**	

Mindestabstände Bauteil 1	erf Abstand	vorh Abstand	
a_1 [mm]	36	60	✓
a_2 [mm]	36	40	✓
$a_{3,t}$ [mm]	84	85	✓
$a_{3,c}$ [mm]	84	40	X
$a_{4,t}$ [mm]	48	40	X
$a_{4,c}$ [mm]	36	40	✓

Nachweis Schweißnaht Schlitzbleche untereinander

Ohne weiteren Nachweis. Schweißnahtstärke wird zu 3 mm gewählt (Doppelkehlnaht).

Nachweis Schweißnaht Schlitzblech an Ankerplatte

$H_{k,max}$ (parallel zu Schweißnaht) = 15,3 kN
$Z_{d,max}$ (senkrecht zu Schweißnaht) = 21,3 kN

Momentenbeanspruchung aus Horizontalkraft
Hebelarm: angenommen zu 10 cm (Entfernung 1. Stabdübelreihe von Stützenende: 85 mm).
$M_{y,Ed}$ = 15,3 kN*0,1 m = 1,53 kNm

Schweißnahtnachweis nach DIN EN 1993-1-8:2012-12				
Richtungsbezogenes Verfahren für Kehlnähte				
rechtwinkliger Anschluß				
Doppelkehlnaht				
a_w [mm]	3		L_w [mm]	50
A_w [cm²]	3,0		Stahlsorte	S235
W_w [cm³]	2,5		$f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ [kN/cm²]	36,0
Beanspruchung				
$F_{II,Ed}$ [kN]	15,3		$F_{\perp,Ed}$ [kN]	22
$M_{y,Ed}$ [kNcm]	1,53			
Schweißnahtspannungen				
$\tau_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	5,6		$\sigma_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	5,6
$\tau_{II,Ed}$ [kN/cm²]	5,1			
$\sigma_{v,d}$ [kN/cm²]	14,3			
Nachweis				
$\sigma_{v,d}/[f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})]$	0,40	< 1		
$\sigma_{\perp,Ed}$ $/(0,9*f_u/\gamma_{M2})$	0,22	< 1		

Nachweis Ankerplatte und Verankerung mit Würth Bemessungssoftware

Achtung: passgenau ohne Ringspalt!

Einwirkungen

$H_{k,max}$ = 15,3 kN (horizontale Einwirkung in zwei Richtungen aus Aussteifungsdiagonalen bzw. Anprall möglich aber keine Überlagerung).
$Z_{d,max}$ = 21,3 kN
($D_{d,max}$ = 28,5 kN, hier nicht berücksichtigt, da nicht maßgebend)

Eingabedaten

Untergrund	Beton: ungerissen | C25/30; f_{ck} = 25,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 30,00 N/mm² | h = 950 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer) | (Bemessung)
Bewehrung	Flächenbewehrung: Normal | Randbewehrung: Gerade Randbewehrung + Engmaschige Aufhängebewehrung Spaltbewehrung: Vorhanden
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine Reinigungstyp: Pressluftreinigung(CAC), siehe Setzanweisung ETA-17/0127

Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
5916 010 999	**Ankerstange S-5.8 x 1000 - Zuschnittlänge: 179 mm - Anzahl Zuschnitte je Ankerstange: 5 +**	**M10**	**1000 mm**	**20 mm**	**10**
0903 488 410	**Verfüllscheibe WIT-SHB M10, D12**	**M10**	**-**	**-**	**20**

Handelsübliche Gewindestange mit:

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1 der entsprechenden Zulassung
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004
- Markierung der Setztiefe

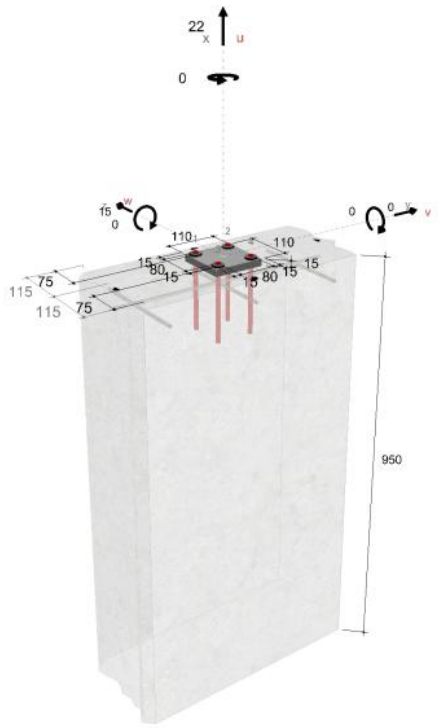
Mörtelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung
5918 500 320	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 320 ml
5918 500 420	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 420 ml
5918 503 825	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 825 ml
5918 504 280	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 280 ml

Gewählter Dübeltyp und Größe	**WIT-UH 300 + Ankerstange Meterware/ S M10**
Material	S 5.8
Effektive Verankerungstiefe	149 mm
Zulassung	ETA-17/0127 gültig ab 13.11.2020



Geometrie und Belastung:



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	V_{Edv} [kN]	V_{Edw} [kN]	M_{Edu} [kNm]	M_{Edv} [kNm]	M_{Edw} [kNm]	Belastungstyp
1		**22,000**	**0,000**	**15,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**Normal**

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ [kN]	$(V^{Mx,i})_{Ed,y}$ [kN]	$(V^{Mx,i})_{Ed,z}$ [kN]	$(V^{Vy,i})_{Ed,y}$ [kN]	$(V^{Vz,i})_{Ed,z}$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ [kN]	$V^i_{Ed,z}$ [kN]	V^i_{Ed} [kN]
1	**5,500**	0,000	0,000	0,000	3,750	**0,000**	**3,750**	**3,750**
2	**5,500**	0,000	0,000	0,000	3,750	**0,000**	**3,750**	**3,750**
3	**5,500**	0,000	0,000	0,000	3,750	**0,000**	**3,750**	**3,750**
4	**5,500**	0,000	0,000	0,000	3,750	**0,000**	**3,750**	**3,750**

	$\Sigma N^i_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i})_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i})_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma (V^{Vy,i})_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma (V^{Vz,i})_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,z}$ [kN]	$\lvert\Sigma V^i_{Ed}\rvert$ [kN]
Summe	**22,000**	0,000	0,000	0,000	15,000	**0,000**	**15,000**	**15,000**

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Zug	Stahlversagen	28,45 %	nachgewiesen
Zug	Kombiniertes Versagen Herausziehen und Betonausbruch	45,34 %	nachgewiesen
Zug	**Betonausbruch**	**67,92 %**	**nachgewiesen**
Zug	Spalten	42,11 %	nachgewiesen
Querkraft	Stahlversagen ohne Hebelarm	26,94 %	nachgewiesen
Querkraft	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Dübelgruppe)	23,15 %	nachgewiesen
Querkraft	**Betonkantenbruch**	**57,78 %**	**nachgewiesen**
Zug/Querkraft Kombination	Interaktion (Stahlversagen)	15,36 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	**Interaktion (Andere als Stahl)**	**99,90 %**	**nachgewiesen**

Ankerplattenbemessung:

Es wurde keine Ankerplattenbemessung durchgeführt. Der Nachweis der ausreichenden Steifigkeit ist vom Nutzer zu erbringen.

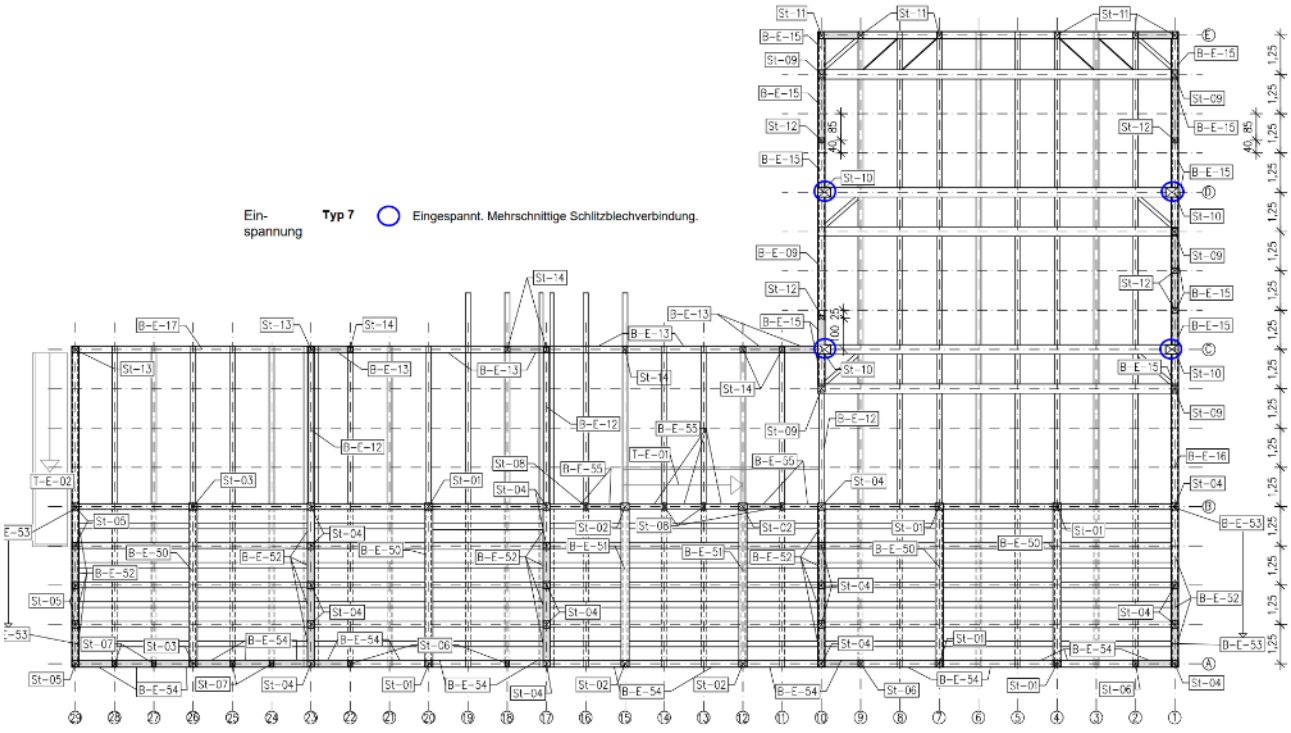
Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.1.10. **D-007 Einspannung mit Schlitzblech und Köcherfundament**

St-10	GL24h, b/h = 28/40 cm, L = 5,3 m
Fu-04	Beton C25/30, Betonstahl B500A
Einspannung Stützen-Fuß	
Schlitzbleche	3x Schlitzblech t=6 mm, S235, b/h = 32/35 cm, 5x4xSDü Ø10x220 mm, Nachträgliche Verpfropfung für konstr. Brandschutz
Kopfplatte	S235, b/h = 28/40/2 cm, Einfache Kehlnaht a_w = 4 mm an Schlitzbleche
Stahlfuß	HEB280, L = 0,5 m
Fußplatte	b/h = 28/28/3 cm, Einfache Kehlnaht entlang der Innenkanten des Profils, a_w = 5 mm
Verankerung	6x M16 S 8.8 (Spaltbewehrung vorhanden), Verankerungstiefe l_{eff} = min. 318 mm + WIT-UH 300, ETA-17/0127 o.glw.
Brandschutz	F30

Vorbemerkung

Einspannung der Stützen in den Achsen C und D mit dreischnittiger Schlitzblechverbindung. Schlitzbleche sind an Stahleinbauteil angeschweißt, das in Punktfundament mit Verbundankern verankert wird. Einspannmomente werden berücksichtigt. Zur Minimierung des Schalungsaufwands wird die Aufkantung des angrenzenden Streifenfundamentes ‚durchgezogen', wobei der Betonanteil für den Fuß der Stütze St-10 statisch vernachlässigt wird.



Lasten am Stützenfuß aus aktualisiertem GZT-RFEM-Modell

Anprall auf 0,5 m Höhe wir zusätzlich berücksichtigt bei der Bemessung der Verbindung. Die Stützen in Achse D werden maßgebend.

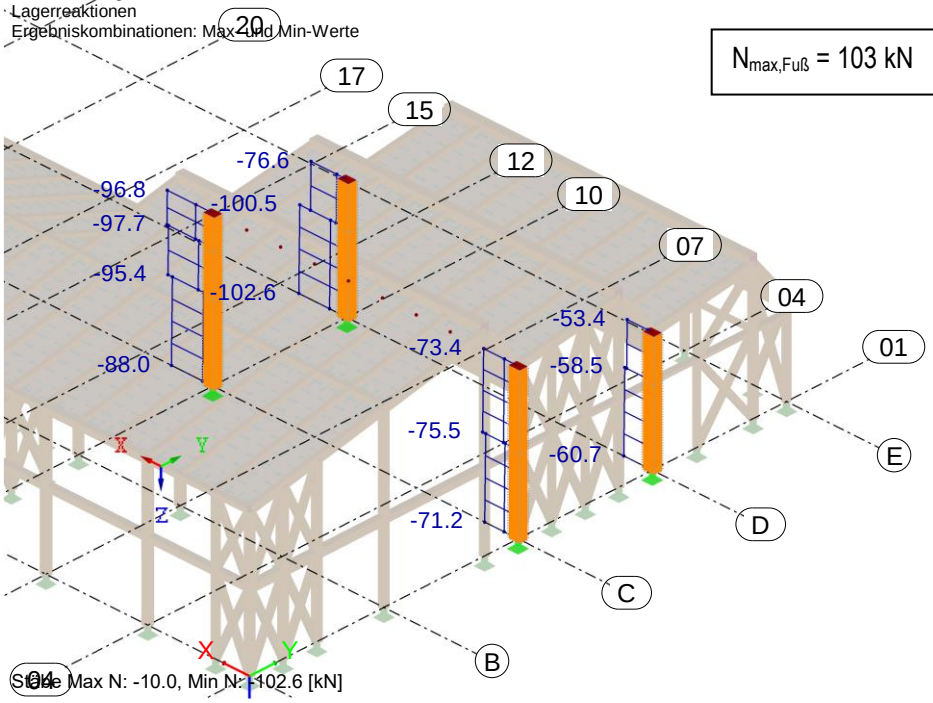
Bemessungsschnittgrößen:

N_d =	103 kN =		**103 kN**
$V_{z,d}$ =	7,5 kN	+15 kN (aus Anprall) =	**22,5 kNm**
$M_{y,d}$ =	23,7 kN	+15 kN*0,5 m (aus Anprall) =	**31,2 kNm**

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

$N_{max,Fuß}$ = 103 kN

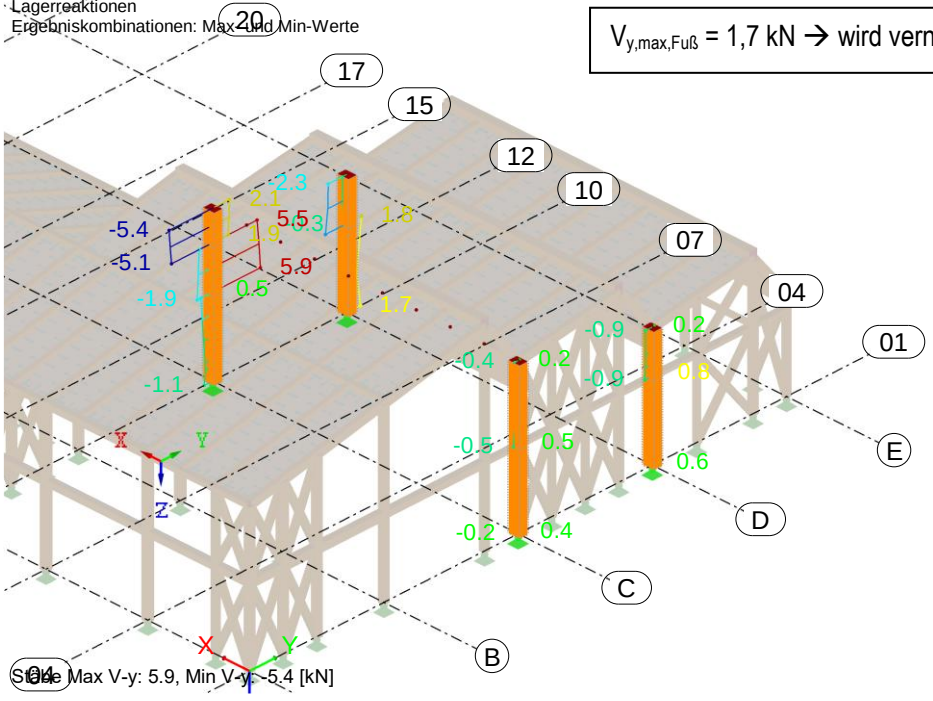


Stäbe Max N: -10.0, Min N: -102.6 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-y
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

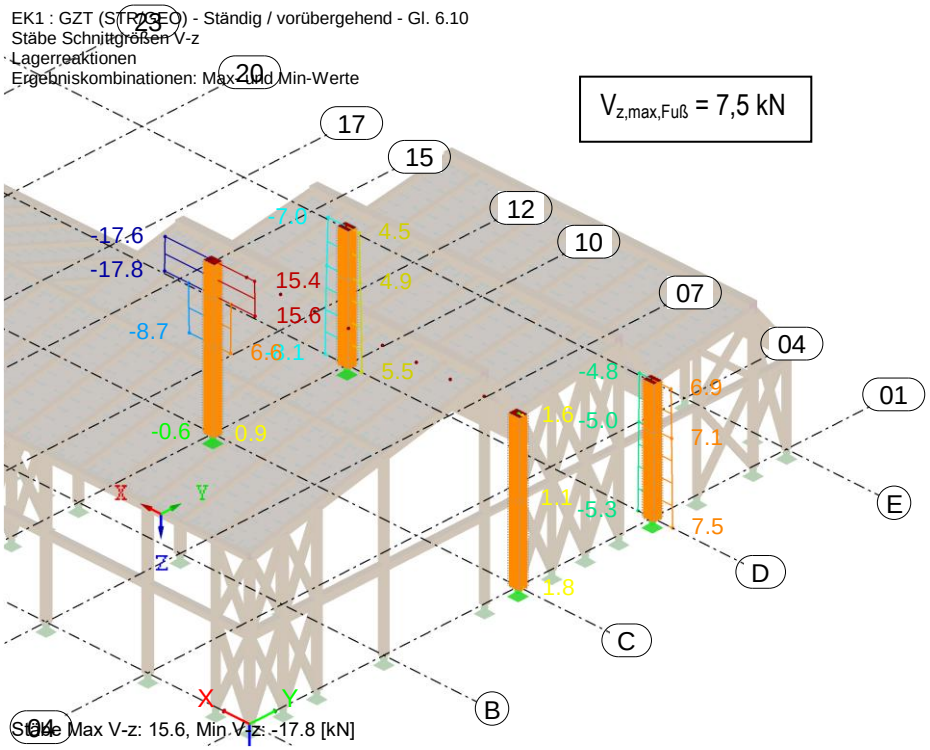
$V_{y,max,Fuß}$ = 1,7 kN → wird vernachlässigt.



Stäbe Max V-y: 5.9, Min V-y: -5.4 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-z
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

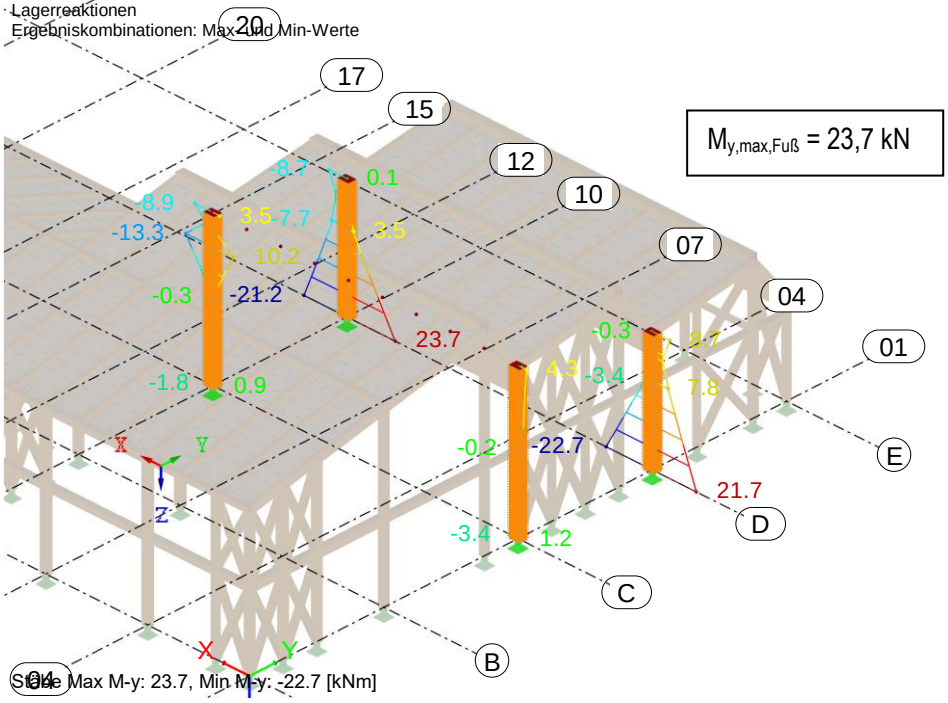
Isometrie



Stäbe Max V-z: 15.6, Min V-z: -17.8 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen M-y
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

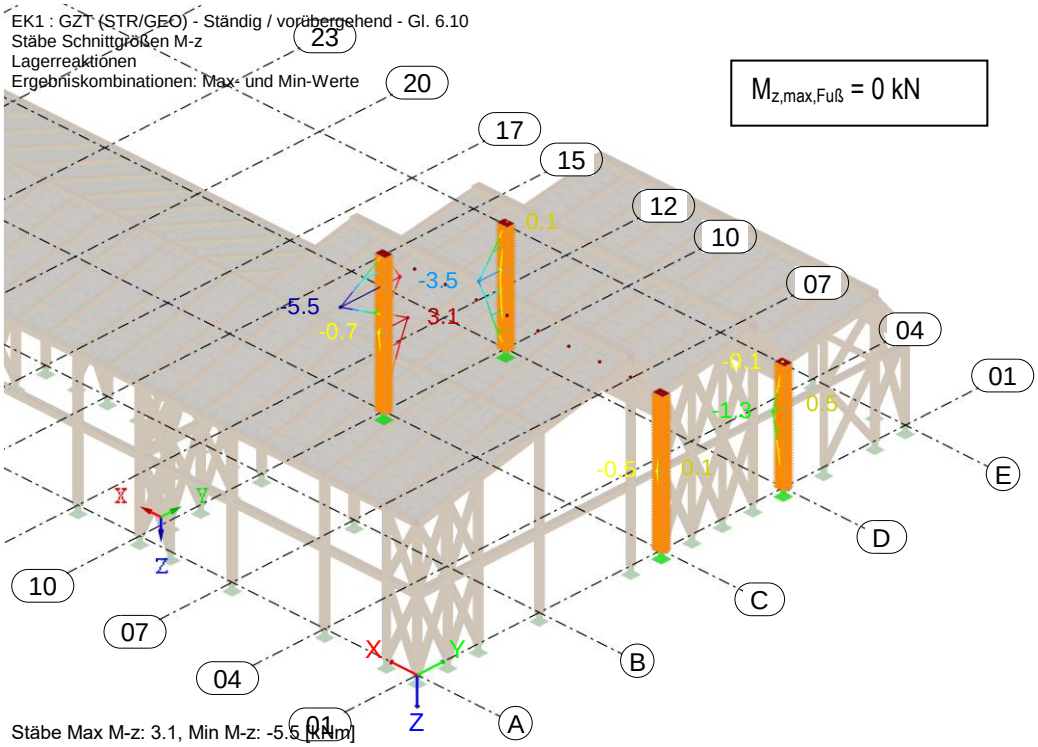
Isometrie



Stäbe Max M-y: 23.7, Min M-y: -22.7 [kNm]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen M-z
Lagerreaktionen
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Stäbe Max M-z: 3.1, Min M-z: -5.5 [kNm]

Bemessung Schlitzblech

N_d =	103 kN =		**103 kN**	(in Faserrichtung)
$V_{z,d}$ =	7,5 kN	+15 kN (Anprall) =	**22,5 kNm**	(quer zur Faserrichtung)
$M_{y,d}$ =	23,7 kN	+15 kN*0,5 m =	**31,2 kNm**	

Schraubenkraft der maximal beanspruchten Schraube

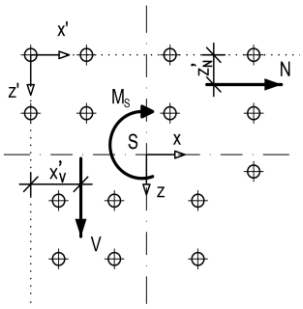
Schraubenkraft der maximal beanspruchten Schraube

(I_p-Verfahren)

Anzahl gesamt n [-]	20		
Normalkraft $N_{x,d}$ [kN]	23	bei z'_N [mm]	120
Querkraft $V_{z,d}$ [kN]	103	bei x'_N [mm]	135
Biegemoment M_d [kNm]	31,2		
Biegemoment $M_{N,d}$ [kNm]	0,0		
Biegemoment $M_{V,d}$ [kNm]	0,0		
res. Biegemoment $M_{S,d}$ [kNm]	31,2		
pol. Trägheitsmoment I_p [cm²]	3825		

max $V_{b,d}$ = 19,5 kN

	Koordinaten [mm]					Schraubenkräfte		
i	x'_i	z'_i	x_i	z_i	r_i^2	$V_{bx,d}$ [kN]	$V_{bz,d}$ [kN]	$V_{b,d}$ [kN]
1	0	0	-135	-120	32625	-8,6	-5,9	10,4
2	60	0	-75	-120	20025	-8,6	-1,0	8,7
3	210	0	75	-120	20025	-8,6	11,3	14,2
4	270	0	135	-120	32625	-8,6	16,2	18,3
5	0	60	-135	-60	21825	-3,7	-5,9	7,0
6	60	60	-75	-60	9225	-3,7	-1,0	3,9
7	210	60	75	-60	9225	-3,7	11,3	11,9
8	270	60	135	-60	21825	-3,7	16,2	16,6
9	0	120	-135	0	18225	1,2	-5,9	6,0
10	60	120	-75	0	5625	1,2	-1,0	1,5
11	210	120	75	0	5625	1,2	11,3	11,3
12	270	120	135	0	18225	1,2	16,2	16,2
13	0	180	-135	60	21825	6,0	-5,9	8,4
14	60	180	-75	60	9225	6,0	-1,0	6,1
15	210	180	75	60	9225	6,0	11,3	12,8
16	270	180	135	60	21825	6,0	16,2	17,3
17	0	240	-135	120	32625	10,9	-5,9	12,4
18	60	240	-75	120	20025	10,9	-1,0	11,0
19	210	240	75	120	20025	10,9	11,3	15,7
20	270	240	135	120	32625	10,9	16,2	19,5
Σ	2700	2400			382500			



Ermittlung Tragfähigkeit Stabdübel Bemessungswert

Stabdübel		d = 10 mm S 235	nach **DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12** (vereinfachtes Verfahren)
innenliegendes Stahlblech	t_S	6 mm S 235	
Anzahl der Bleche	n_t [-]	3	
Holzquerschnitt		GL 24h Nadelholz	
Dicke Seitenholz	t_1 [cm]	5 ≤ 7 Abminderung!	
Dicke Mittelholz	t2 [cm]	5 ≤ 7 Abminderung!	
Kraft–Faser–Winkel	α_1 [°]	90	
Fließmoment Stabdübel	$M_{y,Rk}$ [Nmm]	42.996	
Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm²]	18,70	
Tragfähigkeit je Scherfuge	$F_{v,\alpha,Rk}$ [kN]	4,06	
Tragfähigkeit Bemessungswert	**$F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**22,17**	mit k_{mod} [-] 1,00
Anzahl in Faserrichtung	n_0 [-]	5	
Anzahl quer zur Faserrichtung	n_{90} [-]	4	
	n_{ef} [-]	20,00	
Bemessungswert VM-Gruppe	**$\Sigma F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**443,38**	

Mindestabstände Bauteil 1	erf Abstand	vorh Abstand	
a_1 [mm]	30	60	✓
a_2 [mm]	30	60	✓
$a_{3,t}$ [mm]	80	85	✓
$a_{3,c}$ [mm]	80	80	✓
$a_{4,t}$ [mm]	40	40	✓
$a_{4,c}$ [mm]	30	40	✓

Definition	untereinander	zum beanspruchten Rand	zum unbeanspruchten Rand
|| Faser	a_1	$a_{3,t}$	$a_{3,c}$
⊥ Faser	a_2	$a_{4,t}$	$a_{4,c}$
Abbildung siehe Schneider, 20.Auflage, Tafel 9.40			

$F_{v,Rd}$ = 22,1 kN > 19,5 kN = $V_{b,d}$ → Nachweis erfüllt.

Nachweis Schweißnaht Schlitzblech-Kopfplatte

Bemessungsmoment und -querkraft werden auf die 3 Schlitzbleche aufgeteilt. Es wurden 260 mm Schweißnahtlänge statt den verfügbaren 280 mm berücksichtigt (konservative Betrachtung).

$M_{Ed,SN}$ = 3120 kNcm/3 = **1040 kNcm**
$V_{Ed,SN}$ = 22,5 kN/3 = **7,5 kN**

Schweißnahtnachweis nach DIN EN 1993-1-8:2012-12				
Richtungsbezogenes Verfahren für Kehlnähte				
rechtwinkliger Anschluß				
einfache Kehlnaht				
a_w [mm]	4		L_w [mm]	260
A_w [cm²]	10,4		Stahlsorte	S235
W_w [cm³]	45,1		$f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ [kN/cm²]	36,0
Beanspruchung				
$F_{II,Ed}$ [kN]	7,5		$F_{\perp,Ed}$ [kN]	0
$M_{y,Ed}$ [kNcm]	1040			
Schweißnahtspannungen				
$\tau_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	16,3		$\sigma_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	16,3
$\tau_{II,Ed}$ [kN/cm²]	0,7			
$\sigma_{v,d}$ [kN/cm²]	32,7			
Nachweis				
$\sigma_{v,d}/[f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})]$	0,91	< 1		
$\sigma_{\perp,Ed}$ /(0,9*f_u/γ_{M2})	0,63	< 1		

→ Nachweis OK.

Nachweis Stahleinbauteil

Erfolgt mit FRILO.

Bemessungsschnittgrößen aus RFEM-Modell werden vereinfacht und auf der sicheren Seite liegend als ständige Lasten angesetzt und vor der Eingabe durch den Teilsicherheitsbeiwert 1,35 geteilt, da dieser bei der Bemessung zusätzlich berücksichtigt wird.

N_d =	103 kN =		**103 kN** / 1,35 = 76,3
$V_{z,d}$ =	7,5 kN	+15 kN (Anprall) =	**22,5 kNm** / 1,35 = 16,7
$M_{y,d}$ =	23,7 kN	+15 kN*0,5 m =	**31,2 kNm** / 1,35 = 23,1

ZRS Ingenieure GmbH
Schlesische Str. 26 Tel.: 030/39800950
10997 Berlin E-Mail: seiler@zrs-berlin.de

Projekt: LP5
Position: St-10
09.03.2026 Seite: 1

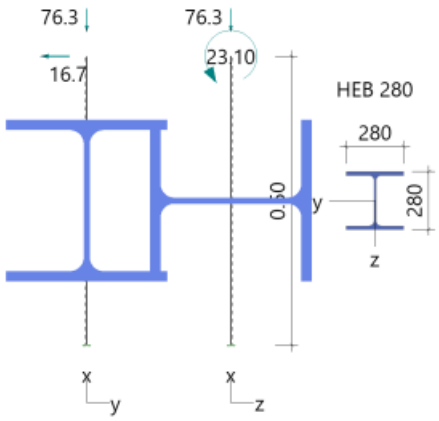
Position: St-10 Einbauteil_Fusspunkt_Eingespannte-Stuetze

Stahlstütze (x64) STS+ 01/2025 (FRILO R-2025-1/P07)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:		DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:		DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:		0.90
Ψ_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

System Kragstütze



Stütze: Höhe = 0.50 m Material: S235 Querschnitt: HEB 280

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen *) ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	-1	-1

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00

Lasten

Lastarten

Art 14 = Kopflast kN 4 = Einzelmoment bei a kNm

Standard-Lastfälle und Lasten

Nr	Art	in/um	pi	a [m]	pj	l [m]	Ew
1	14	in x-Richtung	76.3	0.50		-	99
2	4	um die y-Achse	23.10	0.50		-	99
3	14	in z-Richtung	-16.7	0.50		-	99

Ergebnisse

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	1	Querschnitt	0,12
ständig/vorübergehend	1	Stabilität	0,15
charakteristisch	3	Relativverformung	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	-103.0	-22.5	42.46	0.0	0.00
0.50	-103.0	-22.5	31.19	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.03	0.04	0.12	0.00	0.00	0.12	0.12
0.50	1	0.03	0.04	0.09	0.00	0.00	0.09	0.09

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
0.00	1	103.0	42.46	6.61	0.15	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
0.50	0.0	0.0	-0.01	0.01	0.00	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
0.25	0.50	0.00	0.50	0.0	0.2	0.01	3

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	Lf 1	99	-76.3	-	-	-	-
		Lf 2	99	-	-	23.10	-	-
		Lf 3	99	-	-16.7	8.35	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	1:1,35 + 2:1,35 + 3:1,35
3	charakteristisch	1:1,00 + 2:1,00 + 3:1,00

Nachweis Verankerung im Fundament

Annahme einer Einspannung, Designlasten aus Ergebnisprotokoll von FRILO für die Beanspruchung des Stahleinbauteils:

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	Lf 1	99	-76.3	-	-	-	-
		Lf 2	99	-	-	23.10	-	-
		Lf 3	99	-	-16.7	8.35	-	-

Die Auflagerkräfte werden mit dem Faktor 1,35 multipliziert zur Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen am Fuß des Stahleinbauteils und somit zur Bemessung der Verankerung im Punktfundament.

N_d = 103 kN

$V_{z,d}$ = 22,5 kNm

$M_{y,d}$ = 31,2 kNm + 8,35 kNm *1,35 = 42,5 kNm

Der Nachweis erfolgt mit der Würth Bemessungssoftware:

Eingabedaten

Untergrund	Beton: gerissen | C25/30; f_{ck} = 25,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 30,00 N/mm² | h = 450 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer) | (Bemessung)
Bewehrung	Flächenbewehrung: Normal | Randbewehrung: Keine Spaltbewehrung: Vorhanden
Anschlussprofil	HEB 280
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine Reinigungstyp: Pressluftreinigung(CAC), siehe Setzanweisung ETA-17/0127

Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
5916 216 999	**Ankerstange S-8.8 x 1000** - **Zuschnittlänge: 368 mm** - **Anzahl Zuschnitte je Ankerstange: 2**	**M16**	**1000 mm**	**30 mm**	**10**

Handelsübliche Gewindestange mit:

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1 der entsprechenden Zulassung
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004
- Markierung der Setztiefe

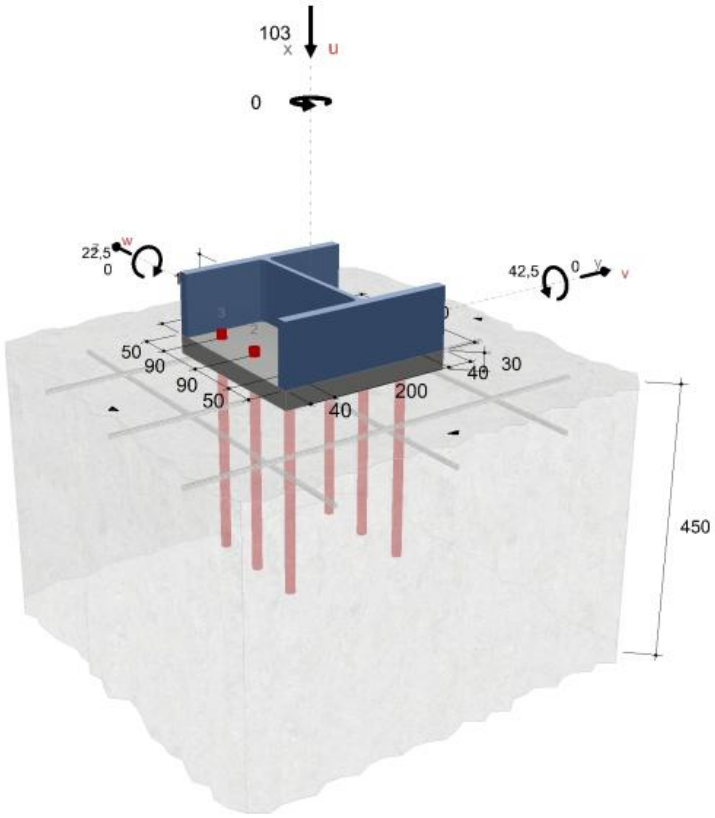
Mörtelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung
5918 500 320	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 320 ml
5918 500 420	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 420 ml
5918 503 825	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 825 ml
5918 504 280	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 280 ml

Gewählter Dübeltyp und Größe	**WIT-UH 300 + Ankerstange Meterware/ S M16**
Material	S 8.8
Effektive Verankerungstiefe	318 mm
Zulassung	ETA-17/0127 gültig ab 13.11.2020



Geometrie und Belastung:



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	V_{Edv} [kN]	V_{Edw} [kN]	M_{Edu} [kNm]	M_{Edv} [kNm]	M_{Edw} [kNm]	Belastungstyp
1		-103,000	0,000	22,500	0,000	-42,500	0,000	Normal

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ [kN]	$(V^{Mx,i})_{Ed,y}$ [kN]	$(V^{Mx,i})_{Ed,z}$ [kN]	$(V^{Vy,i})_{Ed,y}$ [kN]	$(V^{Vz,i})_{Ed,z}$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ [kN]	$V^i_{Ed,z}$ [kN]	V^i_{Ed} [kN]
1	**59,921**	0,000	0,000	0,000	3,750	**0,000**	**3,750**	**3,750**
2	**25,476**	0,000	0,000	0,000	3,750	**0,000**	**3,750**	**3,750**
3	**0,000**	0,000	0,000	0,000	3,750	**0,000**	**3,750**	**3,750**
4	**59,921**	0,000	0,000	0,000	3,750	**0,000**	**3,750**	**3,750**
5	**25,476**	0,000	0,000	0,000	3,750	**0,000**	**3,750**	**3,750**
6	**0,000**	0,000	0,000	0,000	3,750	**0,000**	**3,750**	**3,750**

	$\Sigma N^{i}_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx_i})^{i}_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx_i})^{i}_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma (V^{Vy_i})^{i}_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma (V^{Vz_i})^{i}_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma V^{i}_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^{i}_{Ed,z}$ [kN]	$\lvert\Sigma V^{i}_{Ed}\rvert$ [kN]
Summe	**170,794**	0,000	0,000	0,000	22,500	**0,000**	**22,500**	**22,500**

Wegen des Nachweises mit elastischer Ankerplatte werden die Schnittkräfte um 0,23 % erhöht

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Zug	Stahlversagen	71,71 %	nachgewiesen
Zug	**Kombiniertes Versagen Herausziehen und Betonausbruch**	**99,86 %**	**nachgewiesen**
Zug	Betonausbruch	56,63 %	nachgewiesen
Querkraft	**Stahlversagen ohne Hebelarm**	**7,48 %**	**nachgewiesen**
Querkraft	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Dübelgruppe)	5,38 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	Interaktion (Stahlversagen)	51,99 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	**Interaktion (Andere als Stahl)**	**87,70 %**	**nachgewiesen**

Ankerplattenbemessung:

Die ausgewählte Ankerplatte ist ausreichend steif.

Stahlspannung (Ankerplatte): $\beta = \sigma_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_M) = 178,5 \text{ N/mm}^2 / (235 \text{ N/mm}^2 / 1,10) = 83,55 \%$

Die Ankerplattenbemessung wurde erfolgreich durchgeführt.

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Hinweise:

- Nachweisverfahren: EN1992-4
- Verbindliche Bemessung
- Bitte beachten Sie die Softwarenutzungsbedingungen insbesondere den §4.
- Die Artikelnummern des Dübels entnehmen Sie bitte der zugehörigen Produktbeschreibung.
- Die Artikelnummern der Zubehörartikel (Verarbeitung und Bohrlochreinigung) entnehmen Sie bitte der Produktbeschreibung des Dübels. Die Montageanweisung entnehmen Sie bitte der Zulassung des Dübels.
- Es werden hier lediglich die Ergebnisse des zugrunde gelegten Bemessungsverfahrens aufgeführt. Bitte wenden Sie sich bei Bedarf hinsichtlich der prüfbaren Nachweise an den zuständigen Planer/Statiker.
- Die Ergebnisse des Gebrauchstauglichkeitsnachweises werden hier nicht aufgeführt. Bitte wenden Sie sich bei Bedarf an den zuständigen Planer/Statiker.
- Nach EN1992-4: A.2.4 muss entweder die Verankerungstiefe hef ≥ 0,8 · h sein oder die Lasten durch zusätzliche Rückhängebewehrung aufgenommen werden können.
- Diese Berechnung gilt nur, wenn die Durchgangslöcher nicht größer sind als in EN 1992-4 Tabelle 6.1 oder der jeweiligen Zulassung angegeben ist! Bei größeren Durchgangslöchern ist Kapitel 1.1 in EN 1992-4 zu beachten.
- Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübelspezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch der Dübel oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen der Dübelzulassung sind zu beachten.
- Innerhalb einer Gruppe können nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt werden.
- Die zulässigen Verbundspannungswerte sind von den vorliegenden Kurz- und Langzeittemperaturen abhängig.
- Die angesetzte Baustoffgüte ist nachzuweisen.
- Die Bemessungsregeln des Programms gelten nur unter der Annahme einer starren Ankerplatte.
- Die Betrachtung der vorliegenden Ankerplatte als starr oder nahezu starre Ankerplatte, ist Bestandteil ihrer technischen Beurteilung.

- Wenn Sie von der starren Ankerplatte abweichen, werden die ermittelten Schnittkräfte nach Elastizitätstherorie mit einem Skalierungsfaktor (Relastische Dübelkräfte/lineare Dübelkräfte) erhöht. Dieses Ergebnis lassen Sie sich bitte von einem Statiker prüfen und frei geben.
- Mehr Informationen zur starren Ankerplatte und deren Bemessung siehe Veröffentlichungen von Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann.
- Die Weiterleitung der Kräfte im Bauteil ist nach der Bemessungsrichtlinie EN 1992-4, Abschnitt 7 nachzuweisen. Im Falle einer Unterfütterung wird davon ausgegangen, dass sich unter der Ankerplatte keine Luftblasen befinden und die Unterfütterung vor der tatsächlichen Lastauftragung erfolgt und ausgehärtet ist!
- Das Bohrloch ist mit Druckluft (CAC) laut ETA-17/0127 zu reinigen.

Nachweis Schweißnaht Stahleinbauteil-Fußplatte

N_d =	103 kN =		**103 kN**
$V_{z,d}$ =	7,5 kN	+15 kN (Anprall) =	**22,5 kN**
$M_{y,d}$ =	23,7 kN	+15 kN*0,5 m =	**31,2 kNm** = 3120 kNcm

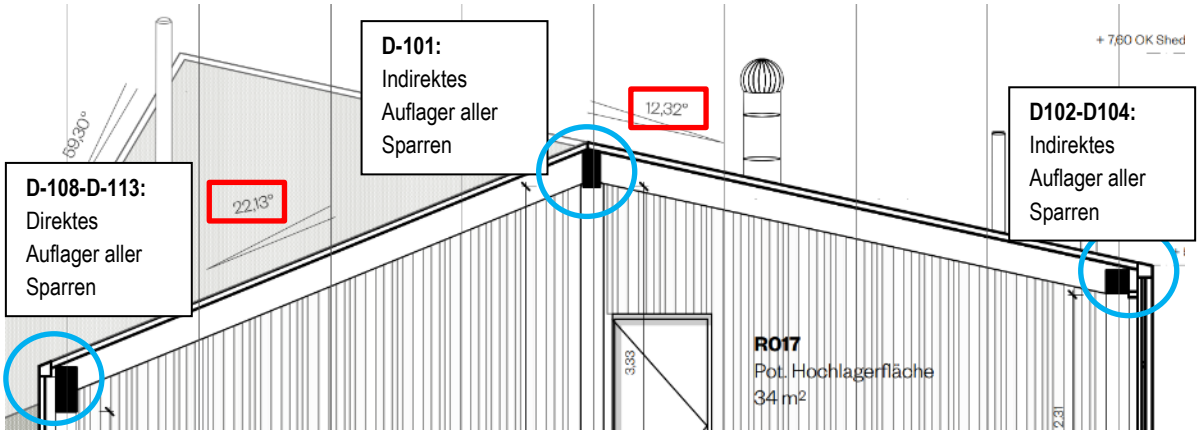
Schweißnahtnachweis nach DIN EN 1993-1-8:2012-12				
Richtungsbezogenes Verfahren für Kehlnähte				
rechtwinkliger Anschluß				
Doppelkehlnaht				
a_w [mm]	5		L_w [mm]	280
A_w [cm²]	28,0		Stahlsorte	S235
W_w [cm³]	130,7		$f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ [kN/cm²]	36,0
Beanspruchung				
$F_{II,Ed}$ [kN]	22,5		$F_{\perp,Ed}$ [kN]	0
$M_{y,Ed}$ [kNcm]	3120			
Schweißnahtspannungen				
$\tau_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	16,9		$\sigma_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	16,9
$\tau_{II,Ed}$ [kN/cm²]	0,8			
$\sigma_{v,d}$ [kN/cm²]	33,8			
Nachweis				
$\sigma_{v,d}/[f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})]$	0,94	< 1		
$\sigma_{\perp,Ed}$ $/(0,9*f_u/\gamma_{M2})$	0,65	< 1		

IX.2. D101-D145 Dachtragwerk Satteldach

IX.2.1. Anschlüsse Sparren und Pfetten Satteldach Achsen A und C

Übersicht

s. Verortungsplan



2 Anschlusswinkel: 22,13° (maßgebend) bzw. 12,32 Grad° (gem. Architekturplan)

IX.2.2. **D-101 Anschluss Sparren-Firstpfette**

Brandschutz	F30 (Außer in Schmiede, dort F90)
Firstpfette B-1-01	GL24h, b/h = 16/32 cm
Sparren B-1-02	GL24h, b/h = 16/28 cm
Balkenträger	Würth h = 160 mm, Art.-Nr. 0681350160 (o.glw.), 3xSDü Ø12x100 mm Vollausnagelung mit Kammnägeln, Ø4x60 mm F30: Versenkmaß der Stabdübel von 30 mm und nachträgliche Verpfropfung beachten.

Vorbemerkung

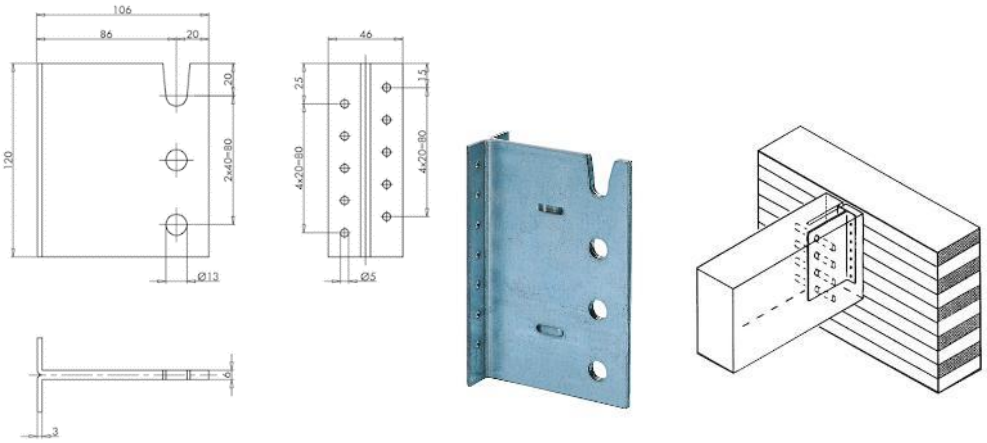
Der Anschluss ist analog für alle Sparren des Satteldachs auszuführen. Indirekte Lagerung der Sparren an der Firstpfette.

Lasten

Nur vertikale Beanspruchung:

$V_{z,d,maxDruck} = V_{z,d,maxZug} = \underline{13{,}8\ kN}$

Bemessung Balkenträger Würth



Konstruktiver Brandschutz ist mit diesem Verbinder weiterhin gegeben (Winkel von 12° berücksichtigt → Maßgebend für Kraft-Faserwinkel α = 78°).

Nachweis Kraftübertrag Sparren – Balkenträger

Stabdübel		d = 12 mm S 235	nach **DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12** (vereinfachtes Verfahren)
innenliegendes Stahlblech	t_S	6 mm S 235	
Anzahl der Bleche	n_t [-]	1	
Holzquerschnitt		GL 24h Nadelholz	
Dicke Seitenholz	t_1 [cm]	8 ≤ 8,2 Abminderung!	
Kraft–Faser–Winkel	α_1 [°]	78	
Fließmoment Stabdübel	$M_{y,Rk}$ [Nmm]	69.071	
Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm²]	18,19	
Tragfähigkeit je Scherfuge	$F_{v,\alpha,Rk}$ [kN]	7,59	
Tragfähigkeit Bemessungswert	**$F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**12,43**	mit k_{mod} [-] 0,90
Anzahl in Faserrichtung	n_0 [-]	1	
Anzahl quer zur Faserrichtung	n_{90} [-]	3	
	n_{ef} [-]	2,89	
Bemessungswert VM-Gruppe	**$\Sigma F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**35,95**	

Mindestabstände Bauteil 1	erf Abstand	vorh Abstand	
a_1 [mm]	41	45	✓
a_2 [mm]	36	40	✓
$a_{3,t}$ [mm]	84	85	✓
$a_{3,c}$ [mm]	82	85	✓
$a_{4,t}$ [mm]	47	50	✓
$a_{4,c}$ [mm]	36	40	✓

Definition	untereinander	zum beanspruchten Rand	zum unbeanspruchten Rand
|| Faser	a_1	$a_{3,t}$	$a_{3,c}$
⊥ Faser	a_2	$a_{4,t}$	$a_{4,c}$
Abbildung siehe Schneider, 20.Auflage, Tafel 9.40			

Nachweis Kraftübertrag Balkenträger – Pfette

Charakteristische Tragfähigkeiten Balkenträger, Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k = 385 kg/m³), Nebenträgerbreite 100 mm

Art.-Nr.	Balkenträgerhöhe in mm	Vollausnagelung mit Kamm-/Ankernägeln*				Mindestbreite/ -höhe in mm
		$F_{z,down,Rk}$		$F_{z,up,Rk}$		
		4 x 40 mm	4 x 60 mm	4 x 40 mm	4 x 60 mm	
0681 350 90	90	4,17	6,70	5,39	8,50	100/130 (100)
0681 350 120	120	13,52	18,38	8,88	11,78	100/160
0681 350 160	160	21,37	28,65	15,57	22,49	100/200
0681 350 200	200	29,20	38,30	22,96	32,51	100/240
0681 350 240	240	36,94	47,82	30,71	42,38	100/280

Die Werte gelten für Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 [ρ_k =385 kg/m³] und einer Nebenträgerbreite von 100 mm.

$F_{z,down,Rd}$ = 0,9*28,65 kN/1,3 = **19,83 kN > 13,8 kN → OK**

$F_{z,up,Rd}$ = 0,9*22,49 kN/1,3 = **15,57 kN > 13,8 kN → OK**

IX.2.3. **D-102 Anschluss Sparren-Stützen Achse A**

Vorbemerkung

D-102 analog zu D-101. Gilt für alle Sparren-Stützenanschlüsse.

IX.2.4. **D-103 Anschluss Sparren-Randpfette Achse A**

Vorbemerkung

D-103 analog zu D-101, aber **Wahl des Balkenträgers mit 120 mm Höhe!**

Nachweis

Stabdübel		d = 12 mm S 235	nach **DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12** (vereinfachtes Verfahren)
innenliegendes Stahlblech	t_S	6 mm S 235	
Anzahl der Bleche	n_t [-]	1	
Holzquerschnitt		GL 24h Nadelholz	
Dicke Seitenholz	t_1 [cm]	8 ≤ 8,2 Abminderung!	
Kraft–Faser–Winkel	α_1 [°]	78	
Fließmoment Stabdübel	$M_{y,Rk}$ [Nmm]	69.071	
Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm²]	18,19	
Tragfähigkeit je Scherfuge	$F_{v,\alpha,Rk}$ [kN]	7,59	
Tragfähigkeit Bemessungswert	**$F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**12,43**	mit k_{mod} [-] 0,90
Anzahl in Faserrichtung	n_0 [-]	1	
Anzahl quer zur Faserrichtung	n_{90} [-]	2	
	n_{ef} [-]	1,93	
Bemessungswert VM-Gruppe	**$\Sigma F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**23,97**	

Mindestabstände Bauteil 1	erf Abstand	vorh Abstand	
a_1 [mm]	41	45	✓
a_2 [mm]	36	40	✓
$a_{3,t}$ [mm]	84	85	✓
$a_{3,c}$ [mm]	82	85	✓
$a_{4,t}$ [mm]	47	50	✓
$a_{4,c}$ [mm]	36	40	✓

Definition	untereinander	zum beanspruchten Rand	zum unbeanspruchten Rand
∥ Faser	a_1	$a_{3,t}$	$a_{3,c}$
⊥ Faser	a_2	$a_{4,t}$	$a_{4,c}$
Abbildung siehe Schneider, 20.Auflage, Tafel 9.40			

Charakteristische Tragfähigkeiten Balkenträger, Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k = 385 kg/m³), Nebenträgerbreite 100 mm

Art.-Nr.	Balkenträgerhöhe in mm	Vollausnagelung mit Kamm-/Ankernägeln*				Mindestbreite/ -höhe in mm
		$F_{z,down,Rk}$		$F_{z,up,Rk}$		
		4 x 40 mm	4 x 60 mm	4 x 40 mm	4 x 60 mm	
0681 350 90	90	4,17	6,70	5,39	8,50	100/130 (100)
0681 350 120	120	13,52	18,38	8,88	11,78	100/160
0681 350 160	160	21,37	28,65	15,57	22,49	100/200
0681 350 200	200	29,20	38,30	22,96	32,51	100/240
0681 350 240	240	36,94	47,82	30,71	42,38	100/280

Die Werte gelten für Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k =385 kg/m³) und einer Nebenträgerbreite von 100 mm.

$F_{z,down,Rd}$ = 0,9*18,38 kN/1,3 = **12,72 kN > 9,1 kN → OK**

$F_{z,up,Rd}$ = 1,0*11,78 kN/1,3 = **9,1 kN = 9,1 kN → OK** (k_{mod} für Windeinwirkung kurz/sehr kurz)

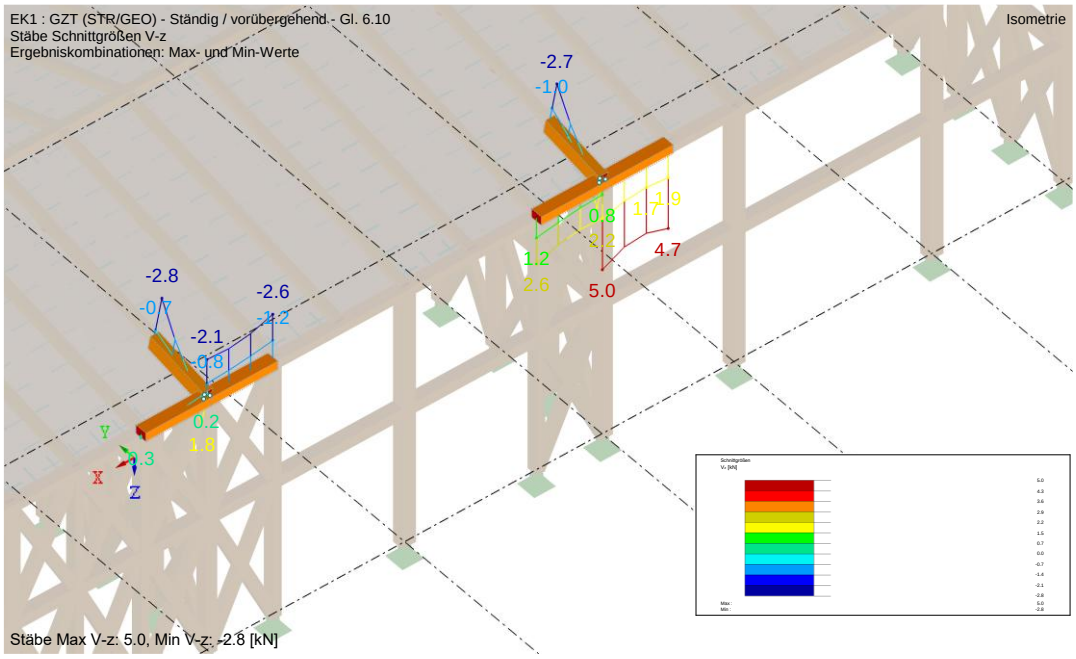
IX.2.5. **D-104 Anschluss Pfette (F90 Schmiede) Achse A-17 und A-23**

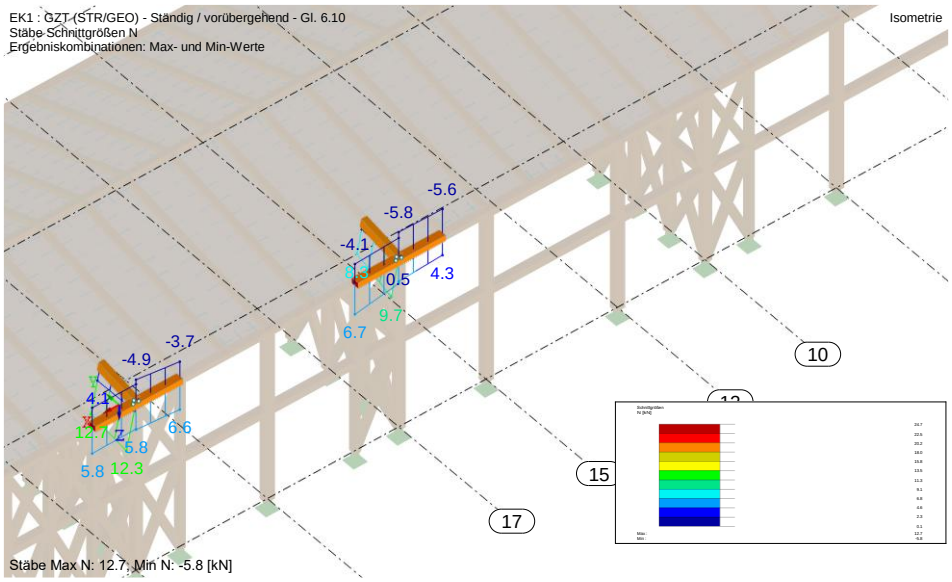
Sparren (zweigeteilt)	GL24h, b/h = 12/28 cm
Randpfette	GL24h, b/h = 22/22 cm
Knagge	C24, b/h/t = 12/9/22 cm
Stütze	GL24h, b/h = 22/22 cm
Balkenträger	Würth h = 120 mm, Art.-Nr. 0681350120 (o.glw.), 2xSDü Ø12x100 mm Vollausnagelung mit Kammnägeln, Ø4x60 mm
Anschluss Knagge-Stütze	4x ASSY plus VG 4 CSMP ø8x240 mm
Sicherung Randpfette auf Knagge	Verschraubung von oben je 3x ASSY plus VG 4 CH Ø6x180 mm, a = 45 mm 30 mm Versenkmaß mit nachträglicher Verpfropfung
Ausklinkung	Ausführung ohne Querzugverstärkung der Pfette bei Ausklinkung nachgewiesen
Brandschutz	F90, Zwischenschicht d = 36 mm

Vorbemerkung

Berücksichtigung von Zwischenschicht (2x 18 mm = 36 mm).

Lasten





$V_{z,d}$ = 1,8 kN + 5,0 kN = <u>6,8 kN</u>

$V_{x,d}$ = <u>6 kN</u>

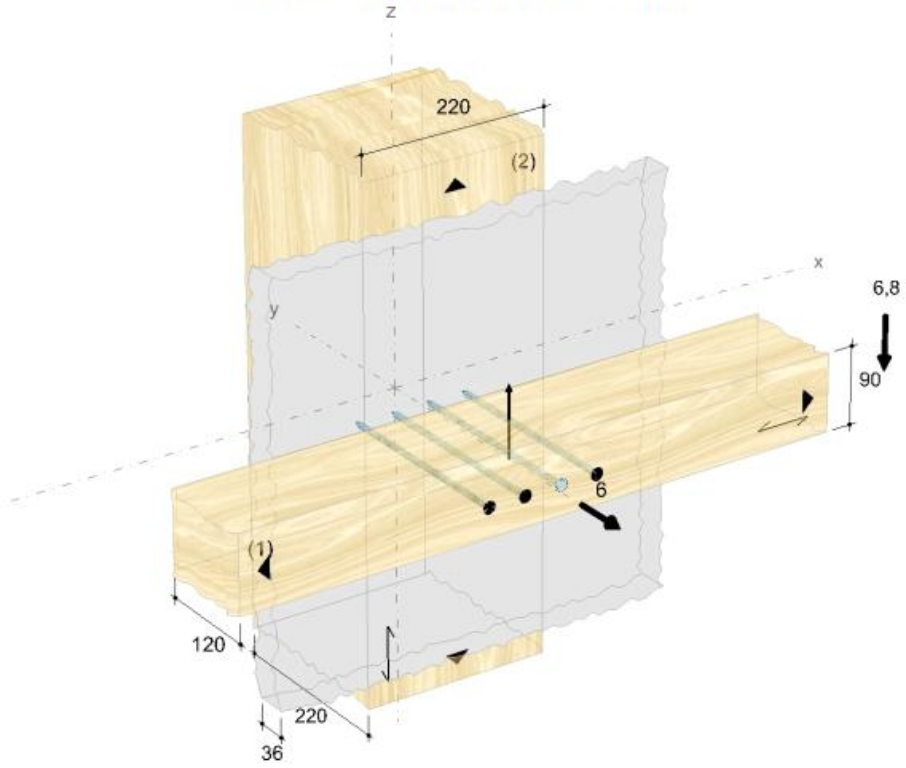
Bemessung

Nachweis Anschluss der Knagge an Stütze mit nichttragender Zwischenschicht von 36 mm

Nachweis erfolgt mit Würth Bemessungssoftware:

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**4 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø8 x 240 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 108 240 (VE 75 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Randbalkenanschluss
Bauteil 1	horizontal
	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 120 mm | Höhe = 90 mm
Bauteil 2	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 220 mm | Höhe = 220 mm
Zwischenschicht	verschieblich
	Gipsfaserplatten (ETA-03/0050)
	Dicke = 36 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,z,d}$ = -6,80 kN | Lasteinwirkungsdauer = mittel
	$F_{ax,d}$ = 6,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = mittel
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 1 nicht vorgebohrt
	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	gerade Einzelschrauben 90 ° | bündig Träger
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

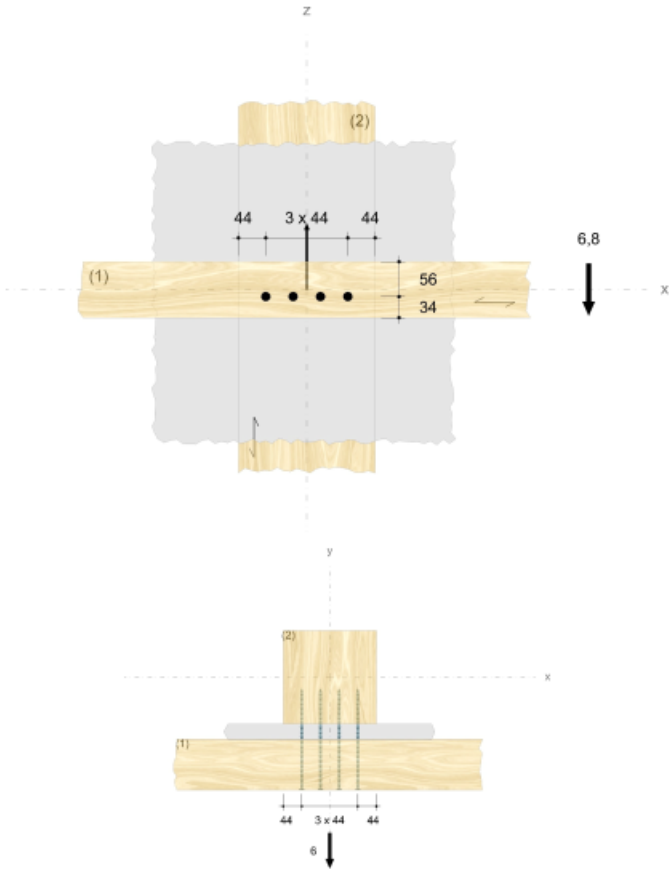


Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	vorhanden	
a_1	$(4+\lvert\cos\alpha\rvert)\,d = (4+\lvert\cos 90°\rvert)\,d$	32	44	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4\sin\alpha)\,d = (3+4\sin 90°)\,d$	56	56	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3d$	24	34	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3d$	24	44	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert\sin\alpha\rvert)\,d = (3+\lvert\sin 0°\rvert)\,d$	24	44	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-03/0050 (2018-05)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast in Richtung z-Achse	$F_{v,z,d} = -6{,}80\,kN$
Bemessungslast in Achsrichtung der Verbindungsmittel	$F_{ax,d} = 6{,}00\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	92,45 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Hinweise

- Verbindliche Bemessung
- Die Schrauben dürfen nur für vorwiegend ruhende Belastungen verwendet werden.
- Die ausreichende Querzugtragfähigkeit des Anschlusses ist gesondert nachzuweisen.
- Bei außermittigen Anschlüssen ist die Aufnahme des Versatzmomentes gesondert nachzuweisen.
- Bitte beachten Sie die Softwarenutzungsbedingungen insbesondere den §4.
- Die Ausführungsbestimmungen nach ETA-03/0050 sind zu überprüfen.
- Dargestellt sind die Lasten, die in der Anschlussfläche wirken.

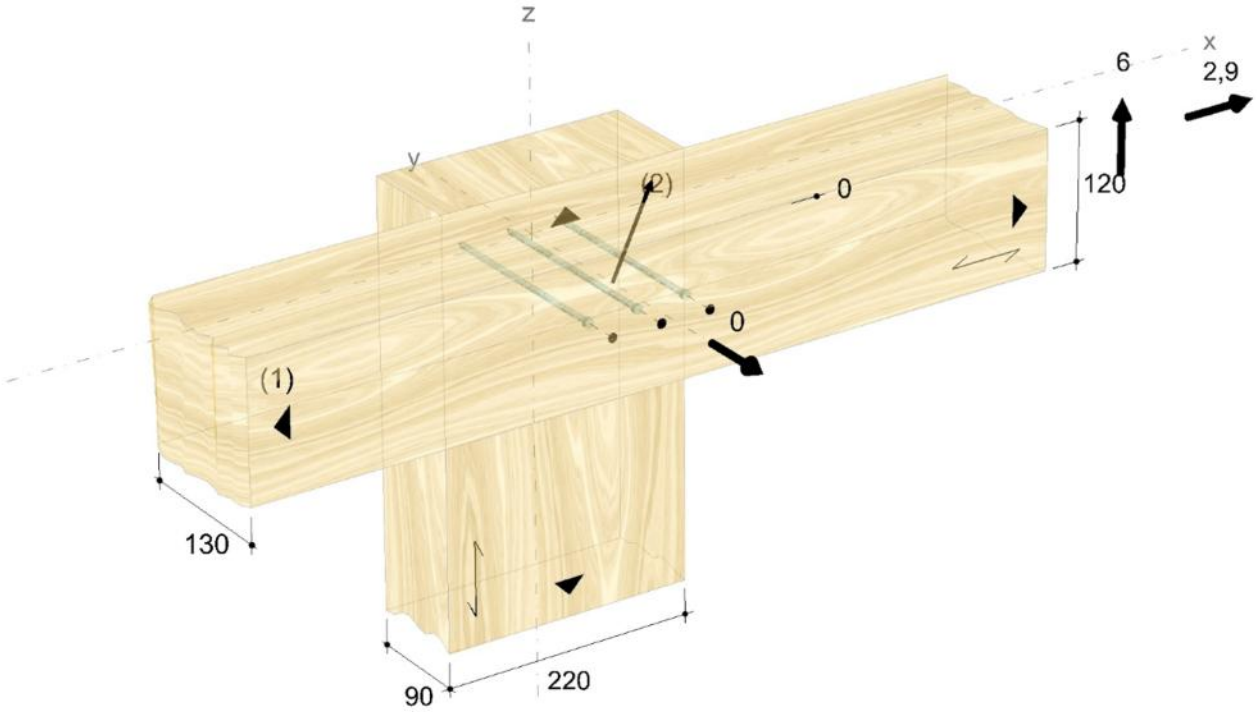
Nachweis Knagge (Aufnahme der Kräfte aus Pfette und Sparren)

Kombiniert mit Anschlussnachweis.

Nachweis Pfette zu Knagge

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**3 x ASSY® plus VG 4 CH Ø6 x 180 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 006 180 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Queranschluss
Bauteil 1	horizontal
	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 130 mm | Höhe = 120 mm
Bauteil 2	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 90 mm | Höhe = 220 mm | Rand oben = 0 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,x,d}$ = 2,90 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz / sehr kurz
	$F_{v,z,d}$ = 6,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz / sehr kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 1 nicht vorgebohrt
	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	gerade Einzelschrauben 90 ° | Vorgabe Versenkmaß = 30 mm
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

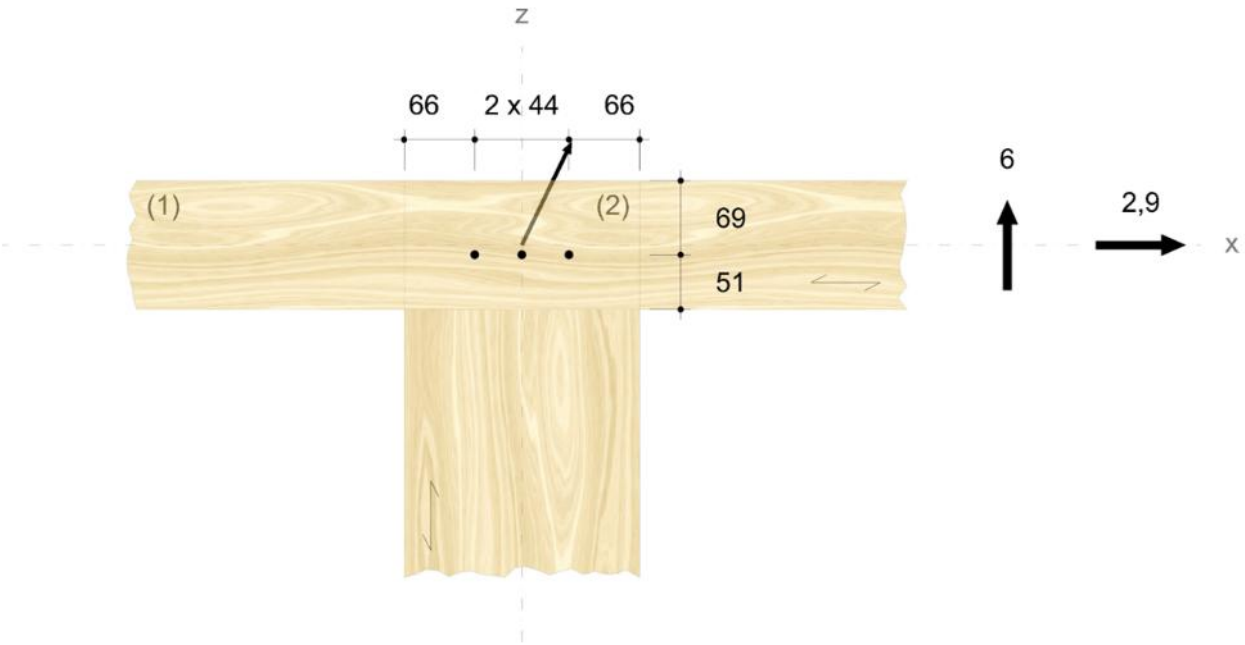


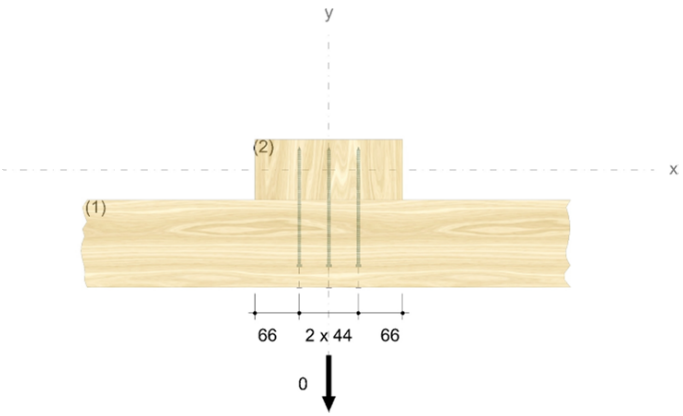
Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	vorhanden	
a_1	$(4+\lvert cos\,64°\rvert)\,d$	27	44	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3\,d$	18	69	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4\,sin\alpha)\,d = (3+4\,sin\,64°)\,d$	40	51	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3\,d$	18	66	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,\alpha\rvert)\,d = (3+\lvert sin\,26°\rvert)\,d$	21	44	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4\,sin\alpha)\,d = (3+4\,sin\,26°)\,d$	28	66	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{3,t}$	$(7+5\,cos\alpha)\,d = (7+5\,cos\,26°)\,d$	69	69	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast in Richtung x-Achse $F_{v,x,d} = 2{,}90\,kN$
Bemessungslast in Richtung z-Achse $F_{v,z,d} = 6{,}00\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	94,69 %

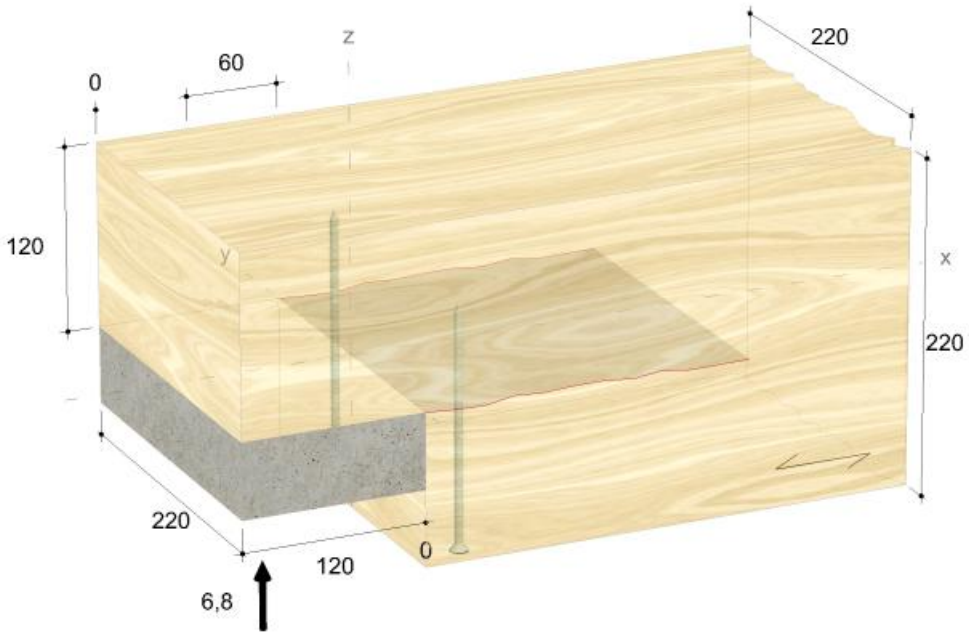
Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Nachweis Pfette an Knagge (Querzug)

Nachweis Ausklinkung mit Würth. Keine Auflagerverstärkung notwendig. S. Nachweis unten:

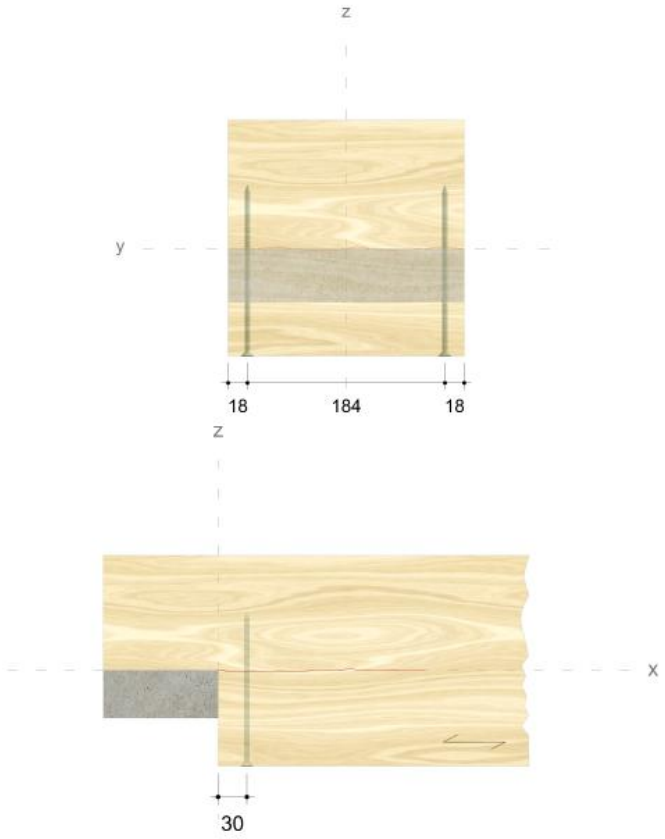
Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø6 x 160 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 106 160 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 220 mm | Höhe = 220 mm | Resthöhe = 120 mm
Auflager	Breite = 220 mm | Länge = 120 mm
	Überstand = 0 mm | Abstand = 0 mm | Abstand Wirkungslinie = 60 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 6,80 kN | Lasteinwirkungsdauer = mittel
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Schrauben nicht vorgebohrt
	Verschraubung Unterkante Träger | bündig Träger
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm



Montagedaten

Abstände [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	$5d$	30	30	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	$3d$	18	18	ETA-11/0190
a_2	$2{,}5d$	15	184	ETA-11/0190



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 6{,}80\,kN$

Nachweise (Ohne Verstärkung)	Ausnutzung
Auflagerdruck ohne Verstärkung	9,57 %
Schubspannung im Restträger	25,11 %
Schubspannung am ausgeklinkten Auflager	44,03 %

Nachweise (Mit Verstärkung)	Ausnutzung
Biegespannung am ausgeklinkten Auflager	7,13 %
Querzugverstärkung der Ausklinkung	74,43 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Nachweis Balkenträger Sparren an Pfette

Pfette mit reduzierter Querschnittshöhe, Knaggenhöhe wurde abgezogen.

h_{eff} = 22 cm - 9 cm = 13 cm

Höhe des Balkenträgers (gewählt Würth Balkenträger) h = 12 cm.

Brandschutz oberhalb durch Beplankung sichergestellt, unterhalb durch die Holzüberdeckung (s. Detailzeichnung).

Detail analog zu D-101, aber mit halbierter Last (zweiteiliger Sparren)
D-103 analog zu D-101. Gilt für alle Sparren-Randpfetten-Anschlüsse, wo die Randpfette eine Querschnittshöhe h von 220 mm aufweist.

Nachweis

Stabdübel		d = 12 mm S 235	nach **DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12** (vereinfachtes Verfahren)
innenliegendes Stahlblech	t_S	6 mm S 235	
Anzahl der Bleche	n_t [-]	1	
Holzquerschnitt		GL 24h Nadelholz	
Dicke Seitenholz	t_1 [cm]	8 ≤ 8,2 Abminderung!	
Kraft–Faser–Winkel	α_1 [°]	78	
Fließmoment Stabdübel	$M_{y,Rk}$ [Nmm]	69.071	
Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm²]	18,19	
Tragfähigkeit je Scherfuge	$F_{v,\alpha,Rk}$ [kN]	7,59	
Tragfähigkeit Bemessungswert	**$F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**12,43**	mit k_{mod} [-] 0,90
Anzahl in Faserrichtung	n_0 [-]	1	
Anzahl quer zur Faserrichtung	n_{90} [-]	2	
	n_{ef} [-]	1,93	
Bemessungswert VM-Gruppe	**Σ $F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**23,97**	

Mindestabstände Bauteil 1	erf Abstand	vorh Abstand	
a_1 [mm]	41	45	✓
a_2 [mm]	36	40	✓
$a_{3,t}$ [mm]	84	85	✓
$a_{3,c}$ [mm]	82	85	✓
$a_{4,t}$ [mm]	47	50	✓
$a_{4,c}$ [mm]	36	40	✓

Definition	untereinander	zum beanspruchten Rand	zum unbeanspruchten Rand
|| Faser	a_1	$a_{3,t}$	$a_{3,c}$
⊥ Faser	a_2	$a_{4,t}$	$a_{4,c}$
Abbildung siehe Schneider, 20.Auflage, Tafel 9.40			

Charakteristische Tragfähigkeiten Balkenträger, Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k = 385 kg/m³), Nebenträgerbreite 100 mm

Art.-Nr.	Balkenträgerhöhe in mm	Vollausnagelung mit Kamm-/Ankernägeln*				Mindestbreite/ -höhe in mm
		$F_{z,down,Rk}$		$F_{z,up,Rk}$		
		4 x 40 mm	4 x 60 mm	4 x 40 mm	4 x 60 mm	
0681 350 90	90	4,17	6,70	5,39	8,50	100/130 (100)
0681 350 120	120	13,52	18,38	8,88	11,78	100/160
0681 350 160	160	21,37	28,65	15,57	22,49	100/200
0681 350 200	200	29,20	38,30	22,96	32,51	100/240
0681 350 240	240	36,94	47,82	30,71	42,38	100/280

Die Werte gelten für Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k =385 kg/m³) und einer Nebenträgerbreite von 100 mm.

$F_{z,down,Rd}$ = 0,9*18,38 kN/1,3 = **12,72 kN > 9,1 kN/2 = 4,6 kN → OK**

$F_{z,up,Rd}$ = 1,0*11,78 kN/1,3 = **9,1 kN = 9,1 kN/2 = 4,6 kN → OK** (k_{mod} für Windeinwirkung kurz/sehr kurz)

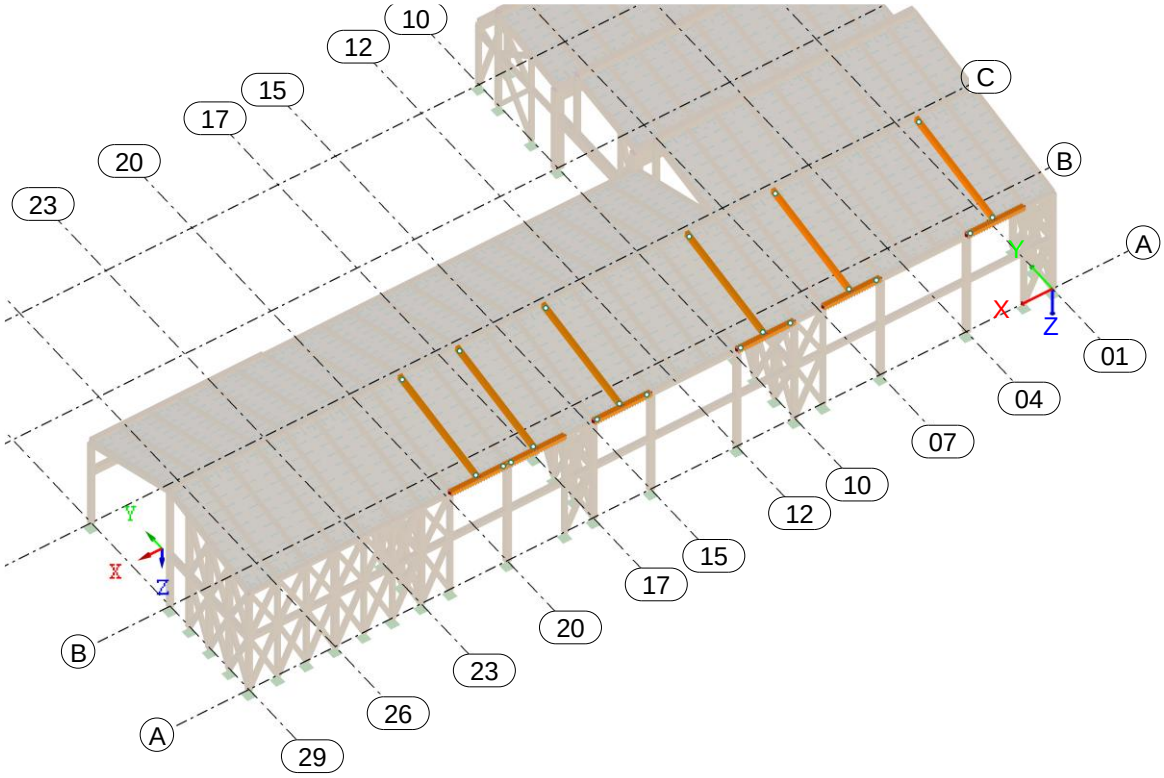
IX.2.6. **D-106 Anschluss Randpfetten L = 1,25/2,5 m an Stützen Achse A**

Randpfette	GL24h, b/h = 22/22 cm, L = 2,5 m
Stütze	GL24h, b/h = 22/22 cm
Balkenträger	Würth h = 120 mm, Art.-Nr. 0681350120 (o.glw.), 2xSDü Ø12x100 mm Vollausnagelung mit Kammnägeln, Ø4x60 mm Versenkmaß der Stabdübel von 30 mm und nachträgliche Verpfropfung beachten. Beplankung von oben
Brandschutz	F30, Schrauben werden versenkt (30 mm), nachträgliche Verpfropfung + Beplankung

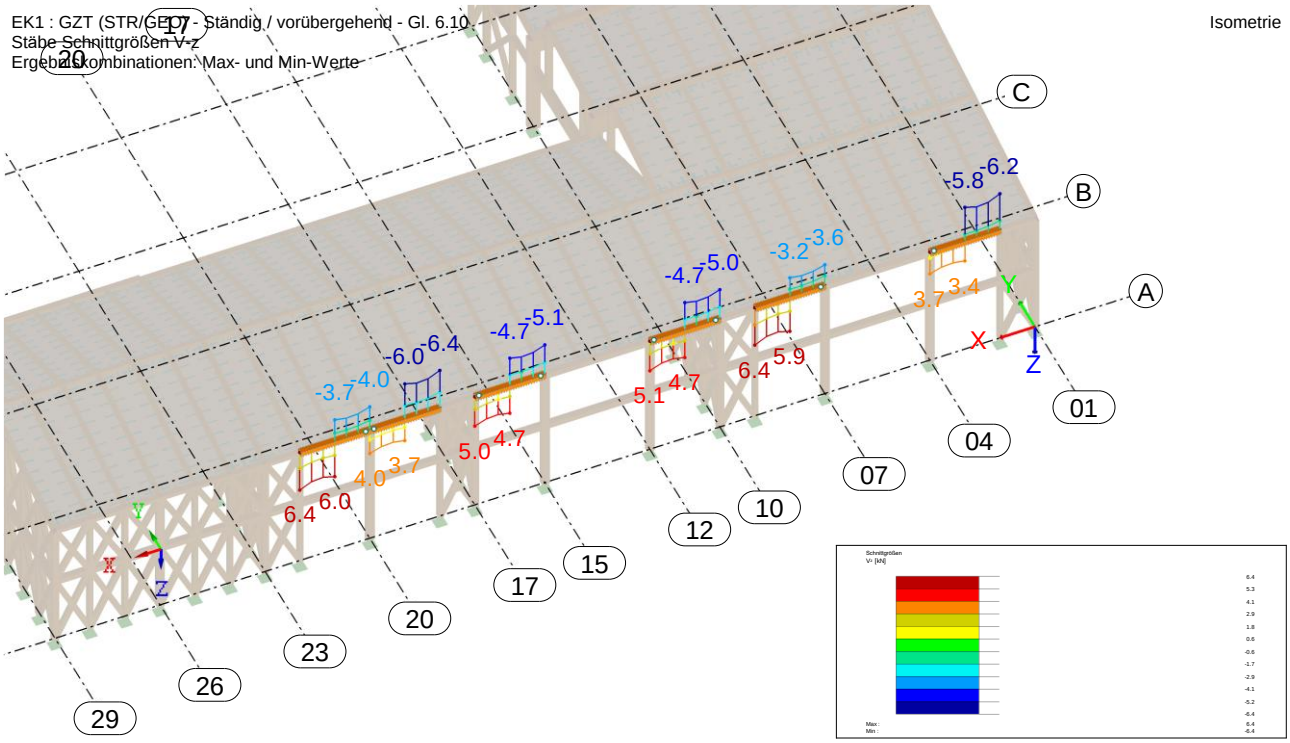
Vorbemerkung

Randpfetten übertragen Zug aus den Dachsparren in die angrenzenden Stützen

Isometrie

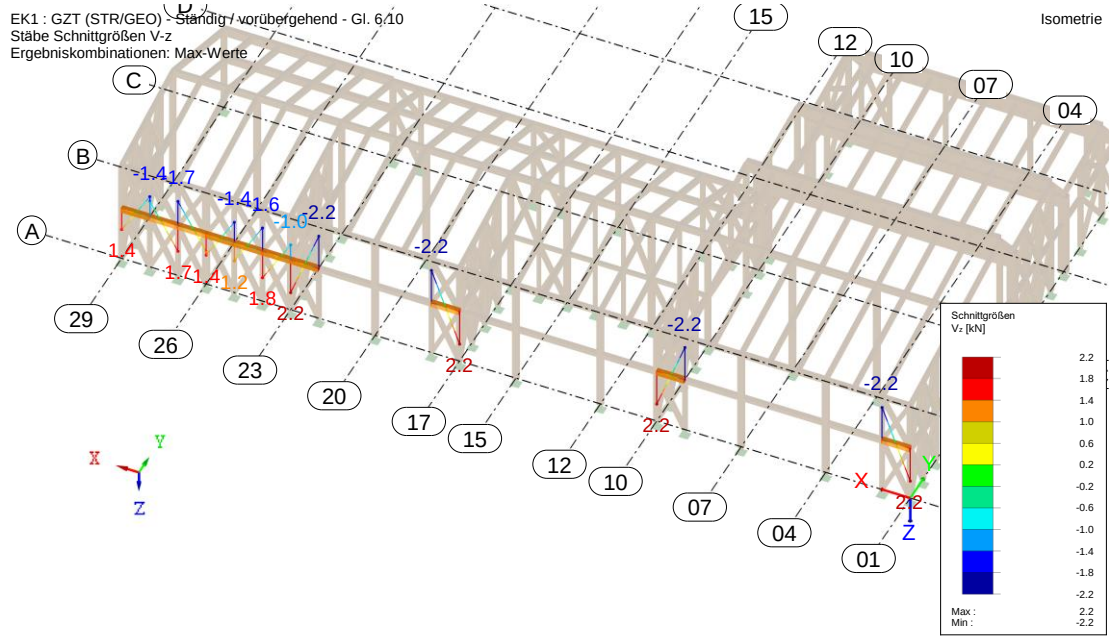


Lasten

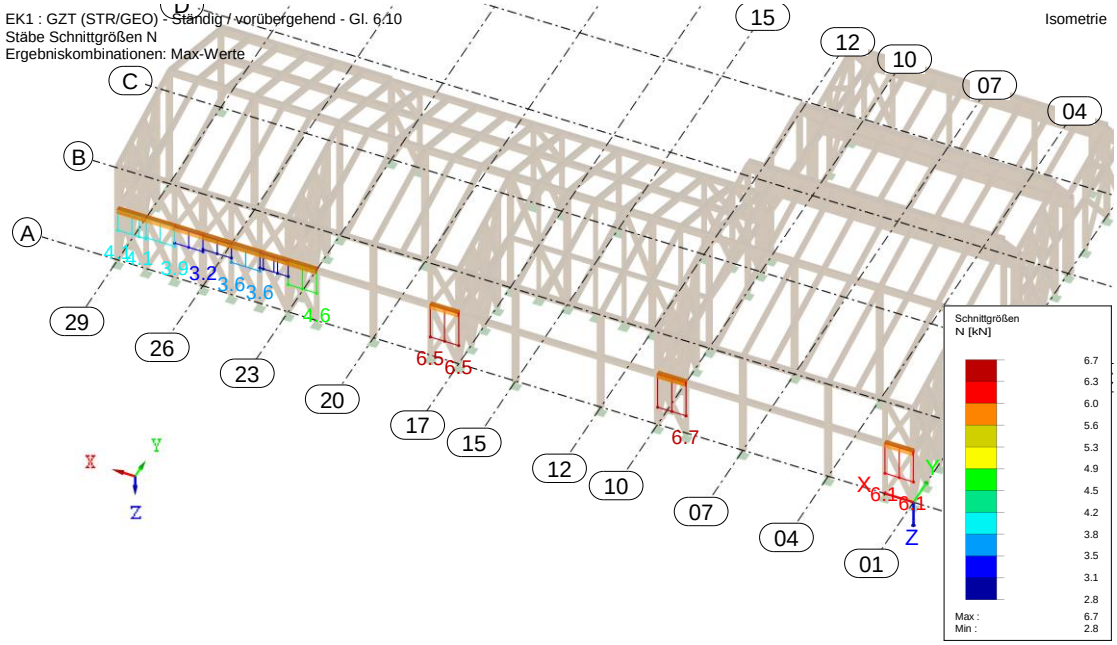


Stäbe Max V-z: 6.4, Min V-z: -6.4 [kN]

Für B-E-54 L = 1,25 m: V_d = 2,2 kN

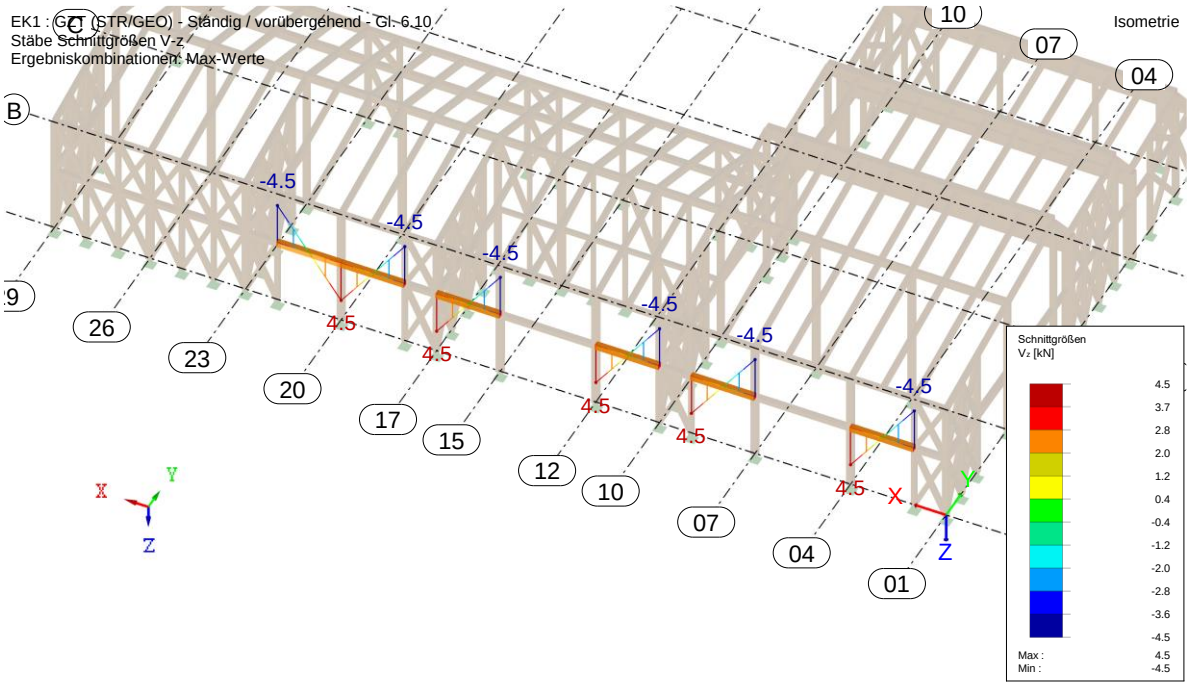


Stäbe Max V-z: 2.2, Min V-z: -2.2 [kN]

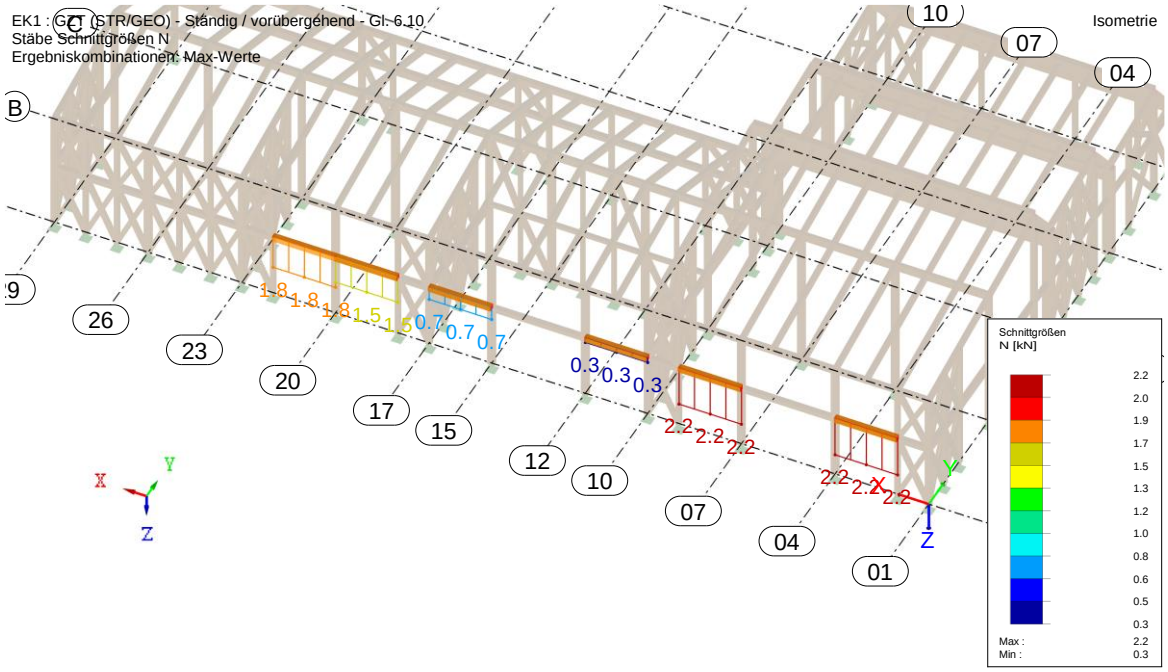


Stäbe Max N: 6.7, Min N: 2.8 [kN]

Für B-E-54 L = 2,5 m: V_d = 4,5 kN



Stäbe Max V-z: 4.5, Min V-z: -4.5 [kN]



Stäbe Max N: 2.2, Min N: 0.3 [kN]

Ingesamt sind die Lasten von B-E-54 kleiner als die der Balken in der Decke ü. OG.

Nachweis

Charakteristische Tragfähigkeiten Balkenträger, Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k = 385 kg/m³), Nebenträgerbreite 100 mm

Art.-Nr.	Balkenträgerhöhe in mm	Vollausnagelung mit Kamm-/Ankernägeln*				Mindestbreite/ -höhe in mm
		$F_{z,down,Rk}$		$F_{z,up,Rk}$		
		4 x 40 mm	4 x 60 mm	4 x 40 mm	4 x 60 mm	
0681 350 90	90	4,17	6,70	5,39	8,50	100/130 (100)
0681 350 120	120	13,52	18,38	8,88	11,78	100/160
0681 350 160	160	21,37	28,65	15,57	22,49	100/200
0681 350 200	200	29,20	38,30	22,96	32,51	100/240
0681 350 240	240	36,94	47,82	30,71	42,38	100/280

Die Werte gelten für Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k =385 kg/m³) und einer Nebenträgerbreite von 100 mm.

$F_{z,down,Rd}$ = 0,9*18,38 kN/1,3 = **12,72 kN > 6,4 kN → OK**

$F_{z,up,Rd}$ = 1,0*11,78 kN/1,3 = **9,1 kN = 6,4 kN → OK** (k_{mod} für Windeinwirkung kurz/sehr kurz)

IX.2.7. **D-107 Anschluss Randpfette L = 3,75 m an Stütze Achse A**

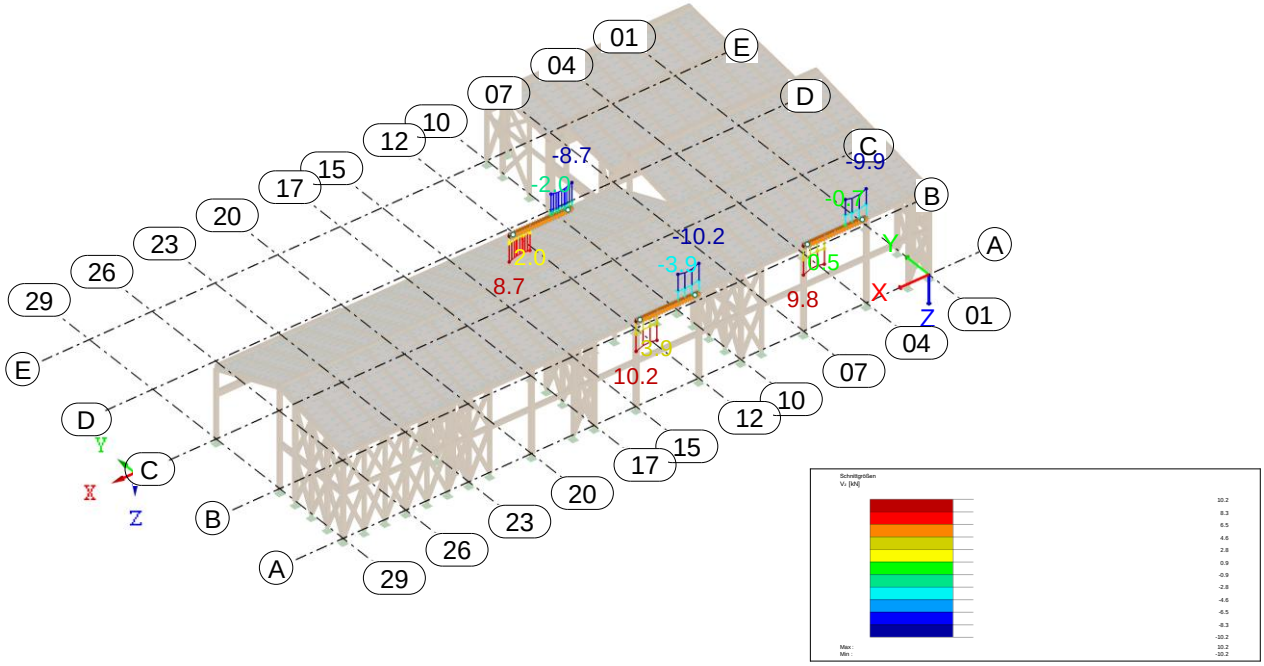
Randpfette	GL24h, b/h = 22/22 cm
Stütze	GL24h, b/h = 22/22 cm
Balkenträger	Knapp-Verbinder Ricon S 140/60 VS (o.glw.)
	HT: 7xVG Schrauben Ø8/80
	NT: 7xVG Schrauben Ø8/160
Brandschutz	F30

Lasten

Aus RFEM-Gesamtmodell.

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

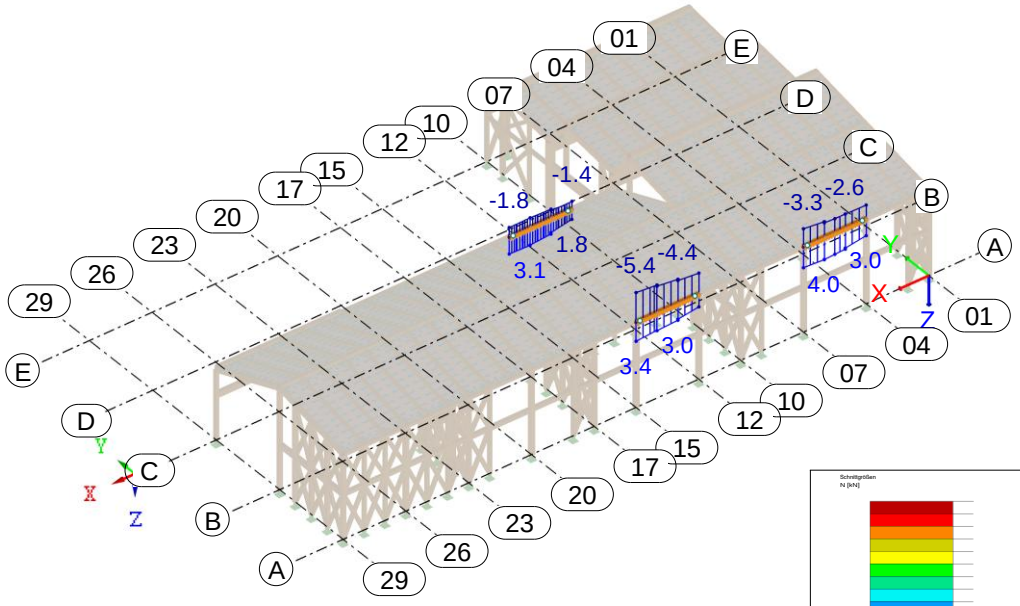
Isometrie

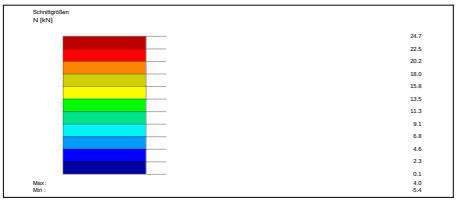


Stäbe Max V-z: 10.2, Min V-z: -10.2 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie





Stäbe Max N: 4.0, Min N: -5.4 [kN]

$V_{z,d,Zug}$ = 10,2 kN
$V_{z,d,Druck}$ = 10,2 kN
N_d = 5,4 kN

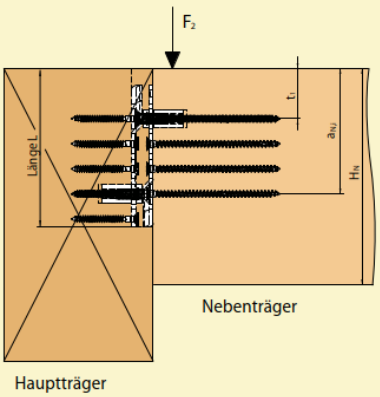
Nachweis

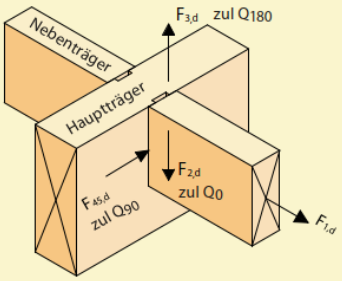
Mit Bemessungstabellen von Ricon.
k_{mod} (KLED = kurz) = 0,9
Einschubverbinder mit Sperrklappe – Bemessungstabelle:

Belastungswerte

Mindestquerschnitte ohne Querzugverstärkung

Ricon® S	Haupt-Nebenträgerverbindungen					
	Breite B_N	Höhe H_N	Abstand $a_{N,i}$	Abstand t_1	Länge L	Verhältnis $a_{N,i}/H_N$
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
140/60	100	160	115	55	155	0,72
170/60	100	200	140	50	180	0,70
200/60	100	240	170	50	210	0,71
230/60	100	280	200	50	240	0,71
200/80	120	220	170	50	210	0,77
230/80	120	260	205	55	245	0,79
260/80	120	280	230	50	270	0,82
290/80	120	320	265	55	305	0,83





Ricon® S	Kragen-bolzen	Schraubenanzahl HT 8x80	Schraubenanzahl NT 8x160	Holzart	Charakt. Werte $R_{1,k}$ [kN]	Charakt. Werte $R_{2,k}$ | $R_{45,k}$ [kN]	Bemessungswerte $R_{2,d}$ und $R_{45,d}$ [kN] k_{mod} [NKL 1+2] 0,6	0,7	0,8	0,9	$R_{3,d}$ [kN] Sperr-klappe
140/60	VK D12	8	8	GL24h	13,0	34,0	18,8	22,0	25,1	28,2	15,5
	EK, GK M12	7	7	(BS11)	25,9	30,2	16,5	19,2	22,0	24,7	
170/60	VK D12	9	9	GL24h	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8	(BS11)	25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
200/60	VK D12	9	9	GL24h	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8	(BS11)	25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
230/60	VK D12	9	9	GL24h	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8	(BS11)	25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	

Druck $V_{z,d,maxD} = \underline{10,2\ kN < F_{2,d} = 28,2\ kN}$

Zug $V_{z,d,maxZ} = \underline{10,2\ kN < F_{3,d} = 15,5\ kN}$

Normalkraft $N_d = \underline{5,4\ kN < F_{1,d} = 13,0\ kN * 0,9/1,3 = 9,0\ kN}$

Nachweis der kombinierten Einwirkung?

$\mu = (10,2/28,2)^2 + (5,4/9)^2 = 0,5 \rightarrow$ Nachweis i.O.

IX.2.8. **D-108 Anschluss zweiteiliger Sparren auskragend-Randpfette Achse C**

Sparren Satteldach	GL24h, b/h = 16/28 cm, Restquerschnittshöhe: 20 cm
Randpfette	GL24h, b/h = 22/22 cm
Stütze	GL24h, b/h = 16/22 cm
VBM	2x Simpson Strong Tie ABR 100 Vollausnagelung CNA CSA 5,0x40
Knagge	C24, b/h/t = 12/12/22 cm
VBM Knagge-Stütze	3x ASSY plus VG 4 CSMP Ø10x240 mm
Sicherung Pfette auf Knagge	2x ASSY plus VG 4 CH Ø6x120 mm
Brandschutz	F30, Schrauben werden versenkt (30 mm), nachträgliche Verpfropfung, Anschluss zu Brandwand 36 mm Beplankung beidseitig

Vorbemerkung

Bemessung Analog zu D-109.

Lasten

$V_{zd,Druck}$ = 4,6 kN (Aussteifungslast maßgebend)
V_y = 2,1 kN

N_d (Aussteifung) = 17,1 kN (kurz/ sehr kurz)
N_v = Nd * cos (50°) = 13,1 kN
N_h = Nd * sin (50) = 11 kN

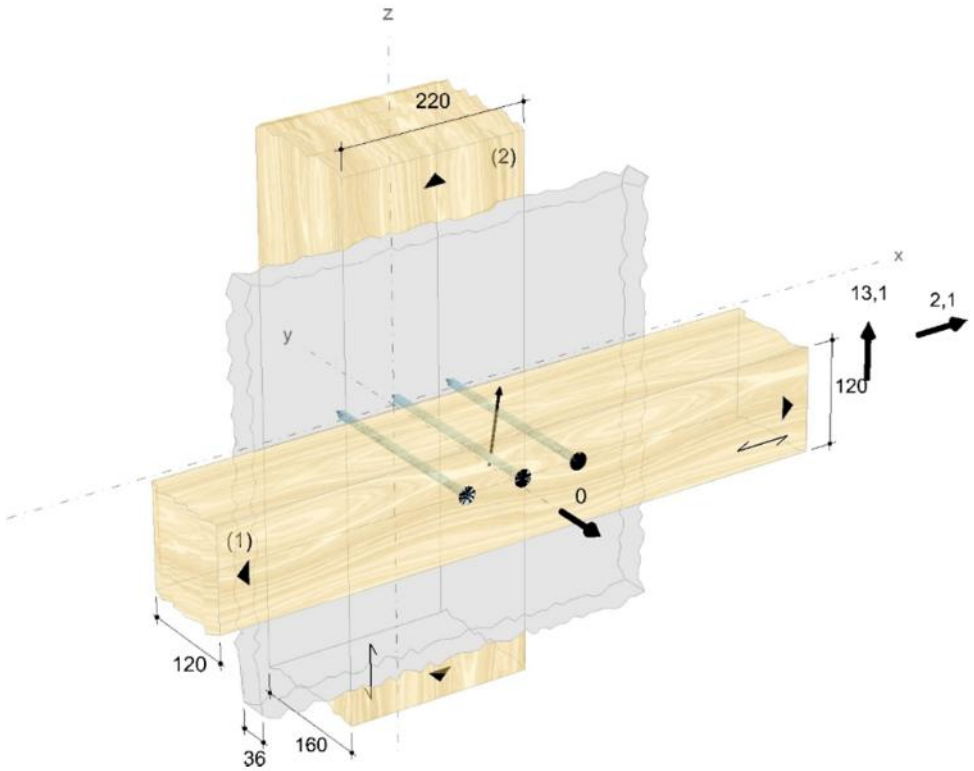
Bemessung

Knagge an Stütze

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**3 x ASSY® plus VG 4 CS Ø10 x 240 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 110 240 (VE 50 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Queranschluss
Bauteil 1	horizontal
	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 120 mm | Höhe = 120 mm
Bauteil 2	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 160 mm | Höhe = 220 mm
Zwischenschicht	verschieblich
	Gipsfaserplatten (ETA-03/0050)
	Dicke = 36 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,x,d}$ = 2,10 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz / sehr kurz
	$F_{v,z,d}$ = 13,10 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz / sehr kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 1 nicht vorgebohrt
	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	gerade Einzelschrauben 90 ° | bündig Träger
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm



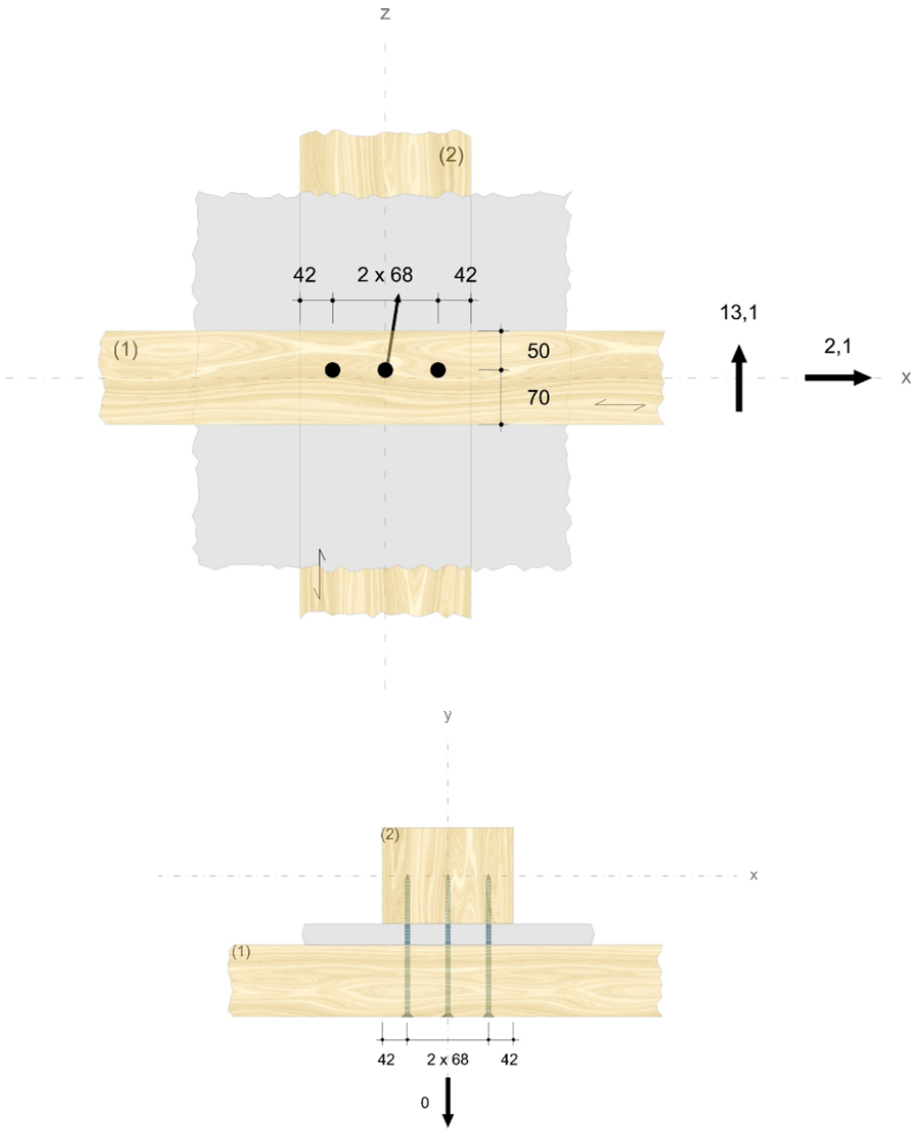

z
220
(2)
x
13,1
2,1
y
120
0
(1)
120
160
36

Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	vorhanden	
a_1	$(4+\lvert cos\,81°\rvert)\,d$	42	68	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3\,d$	30	50	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4\,sin\alpha)\,d = (3+4\,sin\,81°)\,d$	69	70	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3\,d$	30	42	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,\alpha\rvert)\,d = (3+\lvert sin\,9°\rvert)\,d$	32	68	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4\,sin\alpha)\,d = (3+4\,sin\,9°)\,d$	36	42	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-03/0050 (2018-05)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast in Richtung x-Achse $F_{v,x,d} = 2,10\,kN$
Bemessungslast in Richtung z-Achse $F_{v,z,d} = 13,10\,kN$

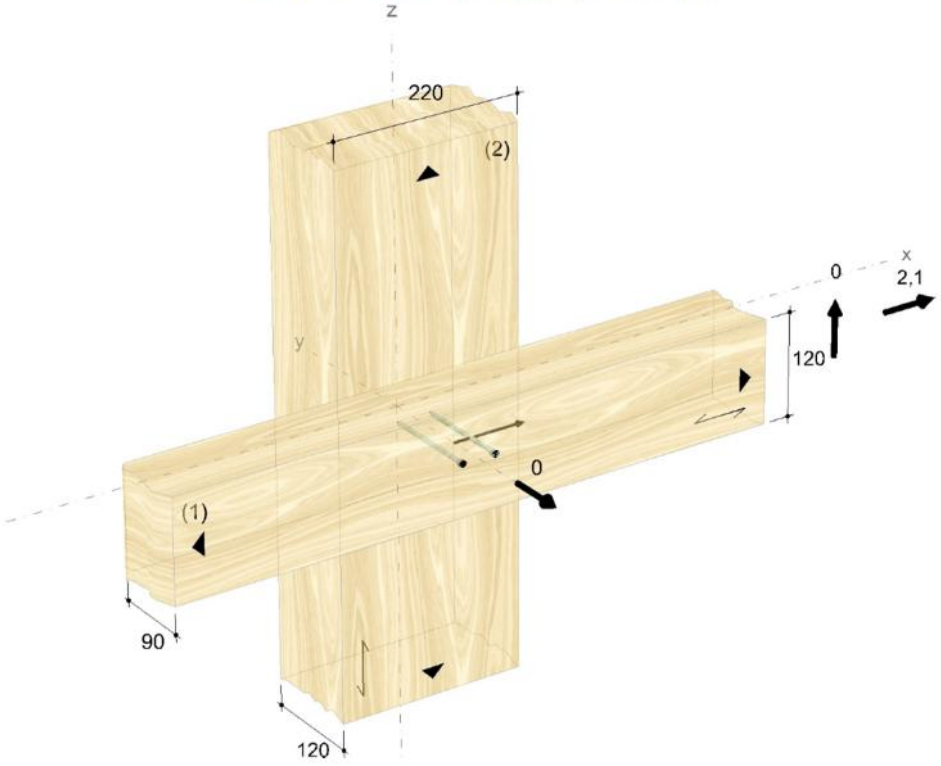
Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	96,10 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Pfette an Knagge

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CH Ø6 x 120 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 006 120 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Queranschluss
Bauteil 1	horizontal
	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 90 mm | Höhe = 120 mm
Bauteil 2	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 120 mm | Höhe = 220 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,x,d}$ = 2,10 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 1 nicht vorgebohrt
	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	gerade Einzelschrauben 90 ° | Vorgabe Versenkmaß = 0 mm
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

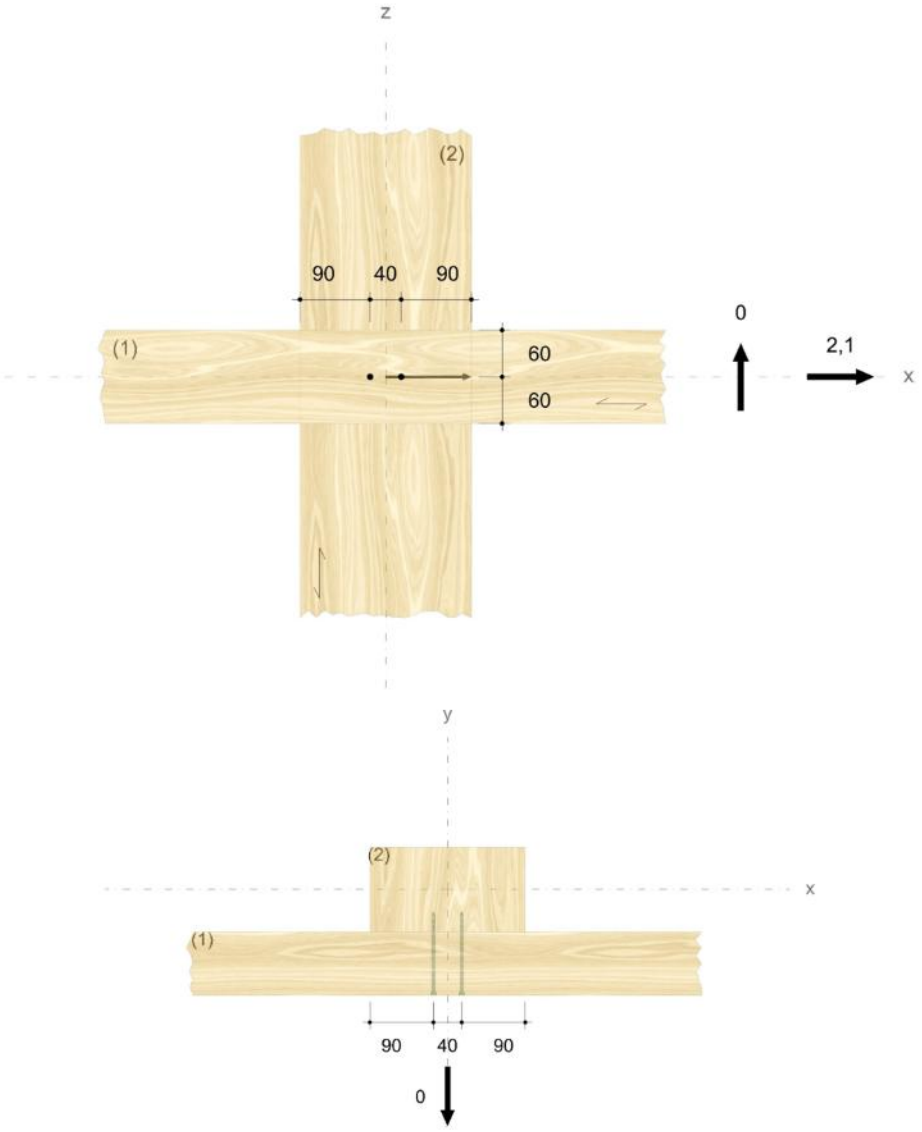


Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	vorhanden	
a_1	$(4+\lvert cos\,0°\rvert)\,d$	30	40	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3\,d$	18	60	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3\,d$	18	90	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\alpha\rvert)\,d = (3+\lvert sin90°\rvert)\,d$	24	40	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4sin\alpha)\,d = (3+4sin90°)\,d$	42	90	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast in Richtung x-Achse $F_{v,x,d} = 2,10\,kN$

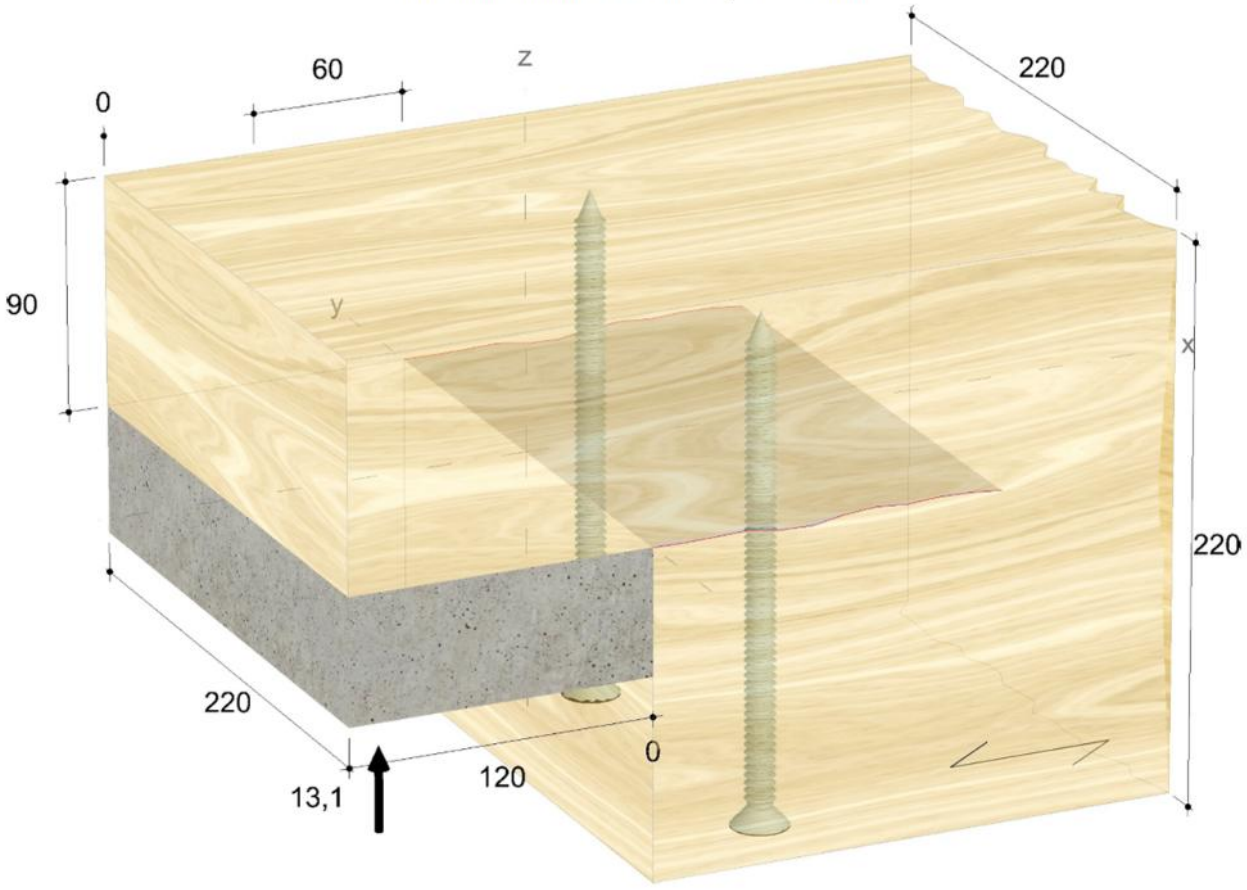
Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	98,60 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Ausklinkung

Eingabedaten

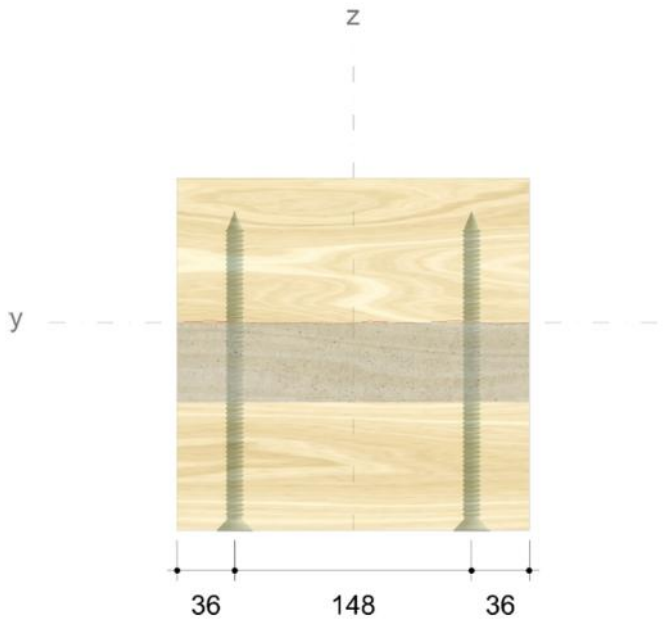
Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø12 x 200 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 112 200 (VE 50 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
Träger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 220 mm | Höhe = 220 mm | Resthöhe = 90 mm
Auflager	Breite = 220 mm | Länge = 120 mm
	Überstand = 0 mm | Abstand = 0 mm | Abstand Wirkungslinie = 60 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 13,10 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz / sehr kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Schrauben nicht vorgebohrt
	Verschraubung Unterkante Träger | bündig Träger
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

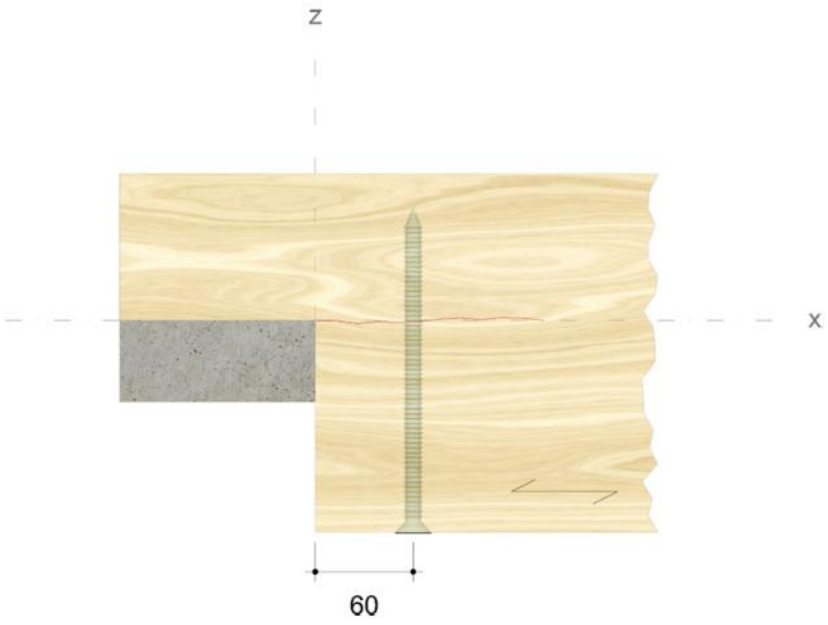


Montagedaten

Montagemaß 60 mm

Abstände [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	$5\,d$	60	60	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	$3\,d$	36	36	ETA-11/0190
a_2	$2,5\,d$	30	148	ETA-11/0190





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 13,10\ kN$

Nachweise (Ohne Verstärkung)	Ausnutzung
Auflagerdruck ohne Verstärkung	14,74 %
Schubspannung im Restträger	51,61 %

Nachweise (Mit Verstärkung)	Ausnutzung
Biegespannung am ausgeklinkten Auflager	26,06 %
Querzugverstärkung der Ausklinkung	83,08 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Auskreuzung

Drucknachweis Gipsfaserplatte

GKF A= 21 x 16 cm = 33,6 cm^2
f_{ck}= 8,5 N/mm^2
f_{cd}= 8,5/ 1,5= 5,67 N/mm^2

σ = 13,1 kN / 33,6 cm^2 = 0,39 N/mm^2 0,39 < 5,67 N/mm^2 Nachweis erfüllt.

IX.2.9. **D-109 Anschluss Sparren auskragend – Randpfette – Stütze Achse C**

Sparren Satteldach	GL24h, b/h = 16/28 cm, Restquerschnittshöhe: 20 cm
Randpfette	GL24h, b/h = 22/22 cm
Stütze	GL24h, b/h = 22/22 cm
Winkelverbinder	2x Simpson Strong Tie ABR 100 Vollausnagelung CNA CSA 5,0x40
Brandschutz	F30, Schrauben werden versenkt (30 mm), nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkung

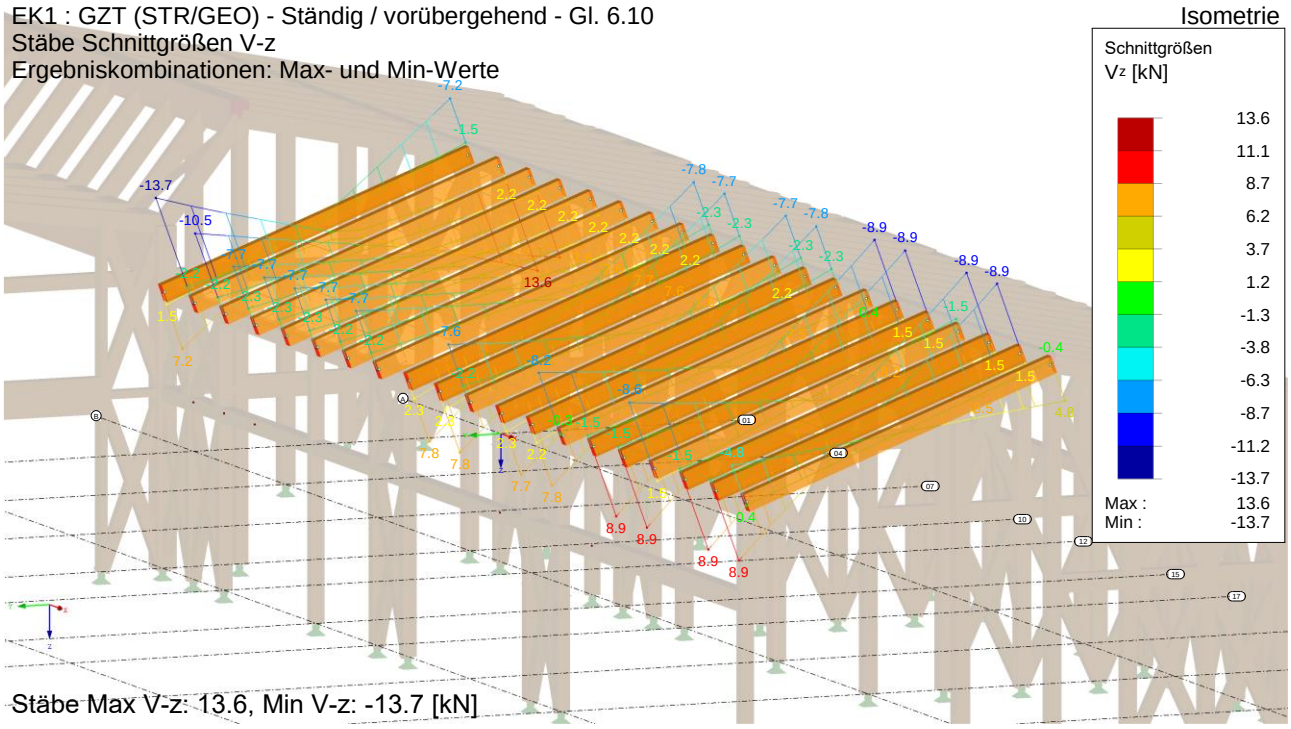
Achse 14 bis 19 auskragend. Druck wird über Auflagerpressung abgetragen

Lasten

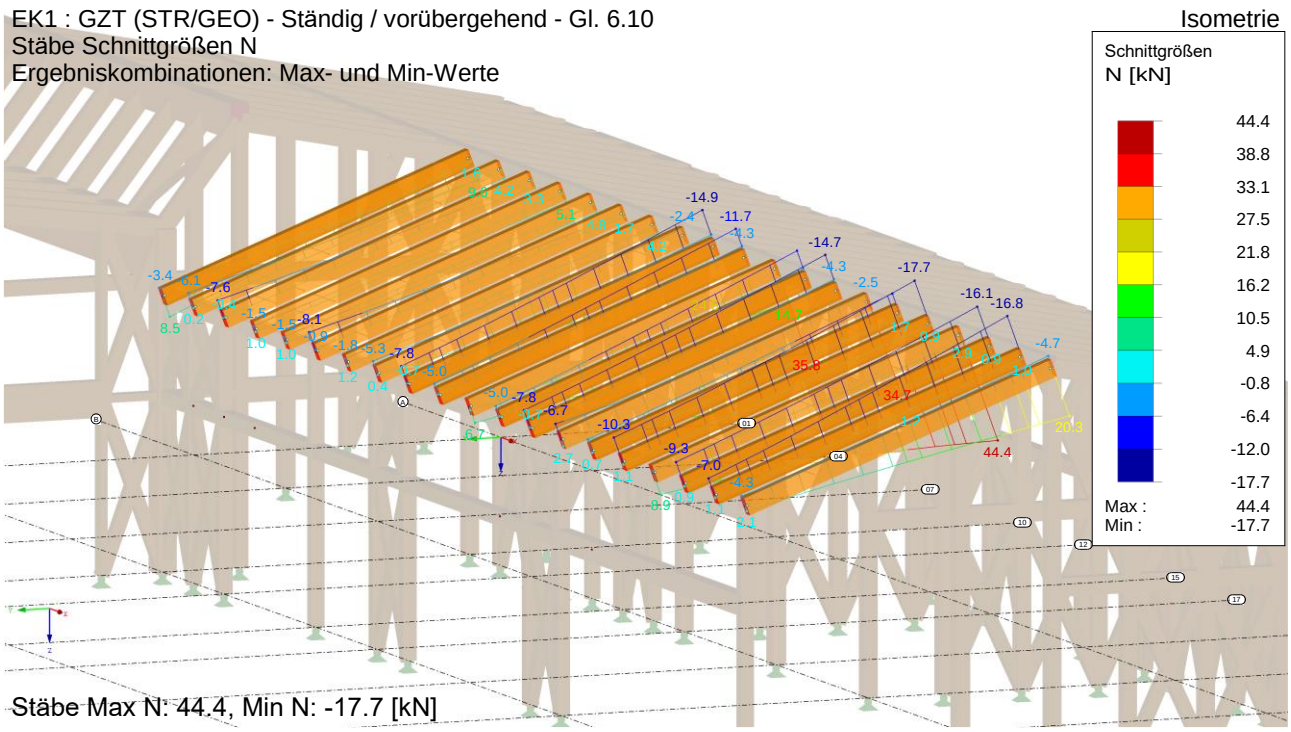
Sparren zu Pfette maßgebend:

$V_{zd,Druck}$ = 13,7 kN (kurz)

N_d = 10,3 kN (kurz)



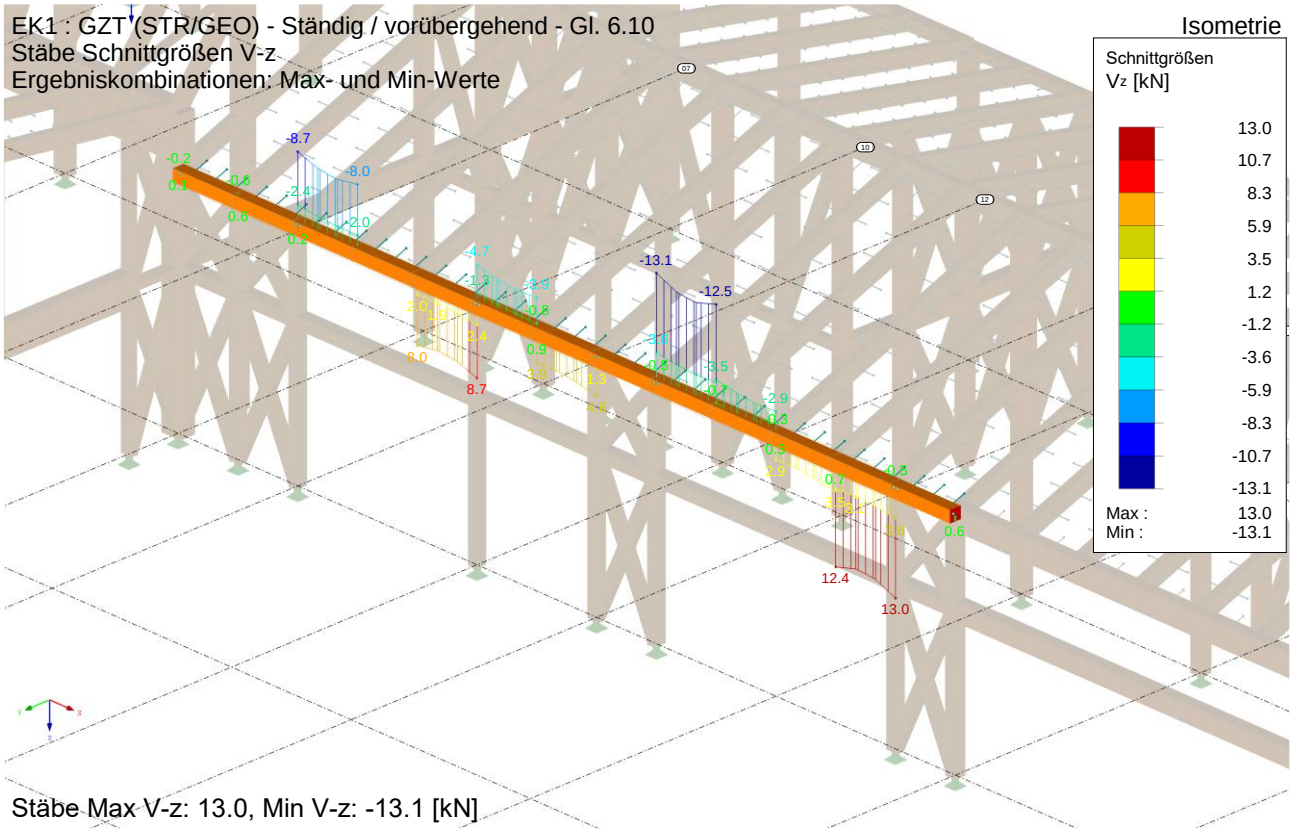
EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



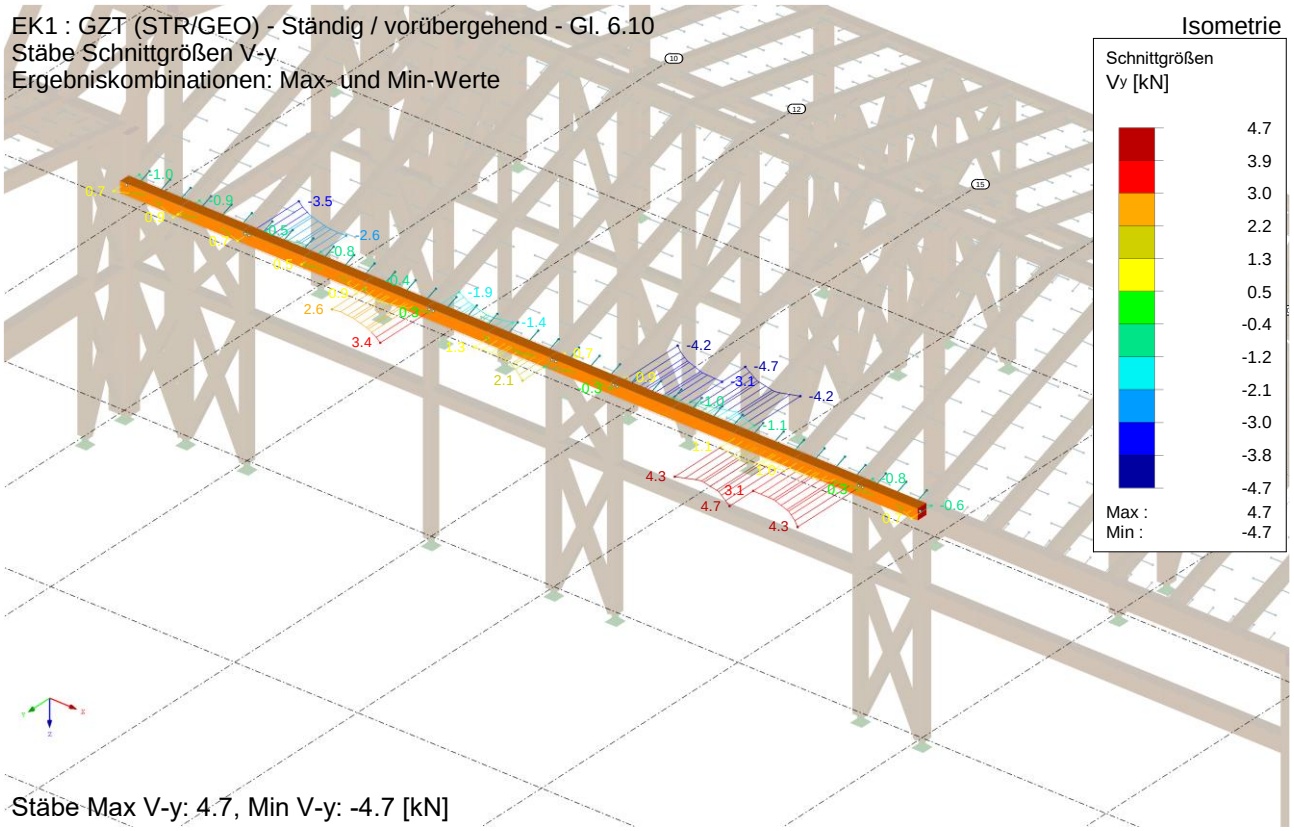
Stäbe Max N: 44.4, Min N: -17.7 [kN]

Pfette zu Stütze maßgebend:
$V_{zd,Druck}$ = 13,1 kN (kurz)
V_y = 4,3 kN (kurz)

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Stäbe Max V-z: 13.0, Min V-z: -13.1 [kN]



Stäbe Max V-y: 4.7, Min V-y: -4.7 [kN]

Bemessung

Sparren- Pfetten Anschluss

2 Angle Brackets ABR100 per connection				Modified characteristic capacity per connection (kN)			
Nailing pattern	Number of fasteners		Load duration	$R_{1,k} \times k_{mod}$		$R_{2/3,k} \times k_{mod}$	
	Flange A	Flange B		CSA Connector screw			
				5,0x35	5,0x40	5,0x35	5,0x40
Nailing pattern 1	10	14	P	15,0	17,6	10,5	12,0
			L	17,5	20,5	12,3	14,0
			M	20,0	22,5	14,0	16,0
			S	22,0	24,0	15,8	18,0
			I	24,6	27,0	19,3	22,0

F2,Rd= 0,9 * F2,Rk / 1,3 = 0,9 * 18,0 / 1,3 = 12,46

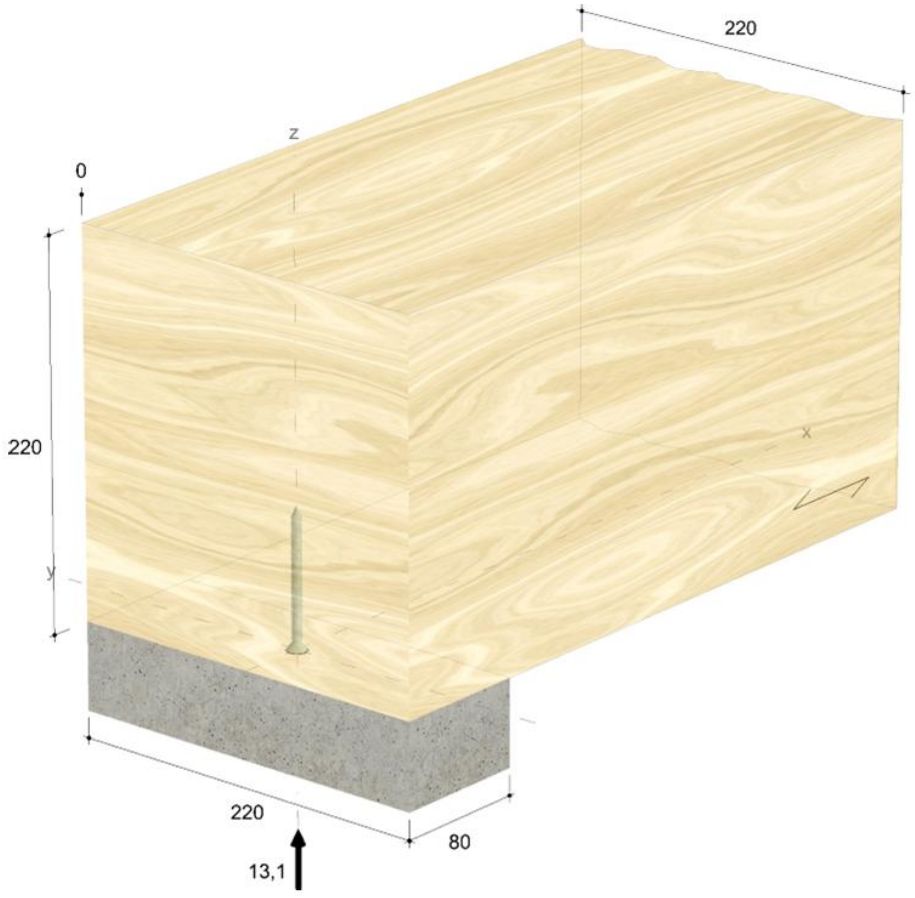
10,3 / 12,46 = **0,83 < 1,00**

Nachweis Auflagerpressung

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**1 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø6 x 80 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 106 080 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
Träger	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 220 mm | Höhe = 220 mm
Druckverteilungsplatte	nicht angegeben
Endauflager	Breite = 220 mm | Länge = 80 mm | Überstand = 0 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 13,10 kN | Lasteinwirkungsdauer = ständig
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Schrauben nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Bejtka I. (2005). Verstärkung von Bauteilen aus Holz mit Vollgewindeschrauben. Dissertation. Universität Karlsruhe.
[2] Bejtka I. und Blaß H.J. (2006). Self-tapping screws as reinforcement in beam supports. Paper 39-7-2, CIB-W18 Meeting 39, Florenz.
[3] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 13,10\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Auflagerdruck ohne Verstärkung	31,28 %
Querdruckverstärkung des Auflagers	48,23 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.2.10. **D-110 Anschluss Sparren auskragend-Randpfettenende Achse C**

Sparren Satteldach	GL24h, b/h = 16/28 cm, Restquerschnittshöhe: 20 cm
Randpfette	GL24h, b/h = 22/22 cm
Stütze	GL24h, b/h = 22/16 cm
VBM Pfette-Stütze	**Ohne Aussteifung:** 2x ASSY plus VG 4 CH Ø10x300 mm, Einschraubwinkel 70 Grad **Mit Aussteifung:** 5x ASSY plus VG 4 CH Ø10x300 mm, Einschraubwinkel 70 Grad Verankerungstiefe 70mm 2x Simpson Strong Tie ABR 100 Vollausnagelung CNA CSA 5,0x40
Brandschutz	F30, Schrauben werden versenkt (30 mm), nachträgliche Verpfropfung

Lasten

V_y = 4,2 kN
N_d (Aussteifung) = 20,1 kN (kurz/sehr kurz)

Bemessung

Nachweis Sparren-Pfetten-Anschluss s. D-109.

Ableitung von Druck aus Aussteifungsdiagonale und abhebenden Kräften aus Sparren in der Stütze: Druck wird über Pressung auf die Pfette übertragen, diese wird auf Stütze verschraubt und leitet die Kräfte um, wobei auch abhebende Kräfte aus dem Sparren berücksichtigt werden.

Schraubenwinkel 70°
Aussteifung 50°
180° - 50° - (-70°) = 60°

F_{ax}= 20,1 kN * cos (60°) = 10 kN
F_v= 20,1 kN * sin (60°) = 17,4 kN

$\mathrm{Fv,Ges} = \sqrt{17{,}4^2 + 4{,}2^2}$ = 17,9 kN

Einwirkungen	$F_{ax,Ed}$ =	10,0 kN	γ_M =	1,30
	$F_{V,Ed}$ =	17,9 kN	k_{mod} =	1,00
VG Schraube (ETA-11/0190)	10,0 x	300	Kohlenstoffstahl	
Zylinderkopf	d_h =	13,4 mm	*Durchziehtragfähigkeit = 0*	
Bauteil 1 (Kopfseitig)		GL 24h	$\rho_{k,1}$ =	380 kg/m³
Bauteildicke bzw. Einschraubtiefe	t_1 =	220 mm	≥ 40 mm =	$t_{1,req}$
Gewindelänge	$\ell_{ef,1}$ =	165 mm		
Winkel Schraubenachse–Faser	α_1 =	70,0°	→ $k_{ax,1}$ =	1,000
			→ $k_{V,1}$ =	0,851
Bauteil 2 (Seitenholz)		C24	$\rho_{k,2}$ =	350 kg/m³
Bauteildicke bzw. Einschraubtiefe	t_2 =	220 mm	≥ 40 mm =	$t_{2,req}$
Gewindelänge	$\ell_{ef,2}$ =	135 mm		

Winkel Schraubenachse–Faser	α_2	=	20,0°	→ $k_{ax,2}$	=	0,611
				→ $k_{V,2}$	=	0,430

Axiale Tragfähigkeit auf Herausziehen gemäß ETA-11/0190

Anzahl der Schrauben	n	=	5	n_{ef}	=	4,5
Ausziehparameter	$f_{ax,k}$	=	11,00 N/mm²			
Durchziehparameter	$f_{head,k}$	=	13,00 N/mm²			
Ausziehwiderstand	$F_{ax,\alpha,Rk}$	=	40,84 kN			
	$F_{ax,\alpha,,Rd}$	=	31,41 kN	k_{mod}	=	1,00
Nachweis	**EQ \F($F_{ax,Ed}$;$F_{ax,Rd}$) =**		**0,32**		**≤**	**1,00**

Scherfestigkeit (Holz-Holz-Verbindungen) gemäß ETA-11/0190

Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,1,k}$	=	13,29 N/mm²	Nicht vorgebohrt
	$f_{h,2,k}$	=	6,19 N/mm²	Nicht vorgebohrt
Fließgelenk	$M_{y,Rk}$	=	36.000 Nmm	
Schertragfähigkeit nach Gl. (8.6.f)	$F_{v,Rk}$	=	5,10 kN	
	$F_{v,Rd}$	=	3,93 kN	k_{mod} = 1,00
Effektive Anzahl Schrauben	n_{ef}	=	5,0	

Nachweis	**EQ \F($F_{V,Ed}$;n_{ef} • $F_{v,Rd}$)² + \F($F_{ax,Ed}$;$F_{ax,Rd}$)² =**		**0,93**	**≤**	**1,00**

IX.2.11. **D-111 Anschluss Sparren – Randpfette Achse C**

Sparren Satteldach	GL24h, b/h = 16/28 cm, Restquerschnittshöhe: 20 cm
Randpfette	GL24h, b/h = 22/40 cm
Stütze	GL24h, b/h = 22/22 cm
VBM	2x ASSY plus VG 4 CH Ø6x180 mm, Einschraubwinkel 45 Grad
	2x Simpson Strong Tie ABR 100 Vollausnagelung CNA 5,0x40
Brandschutz	F30, Schrauben werden versenkt (30 mm), nachträgliche Verpfropfung

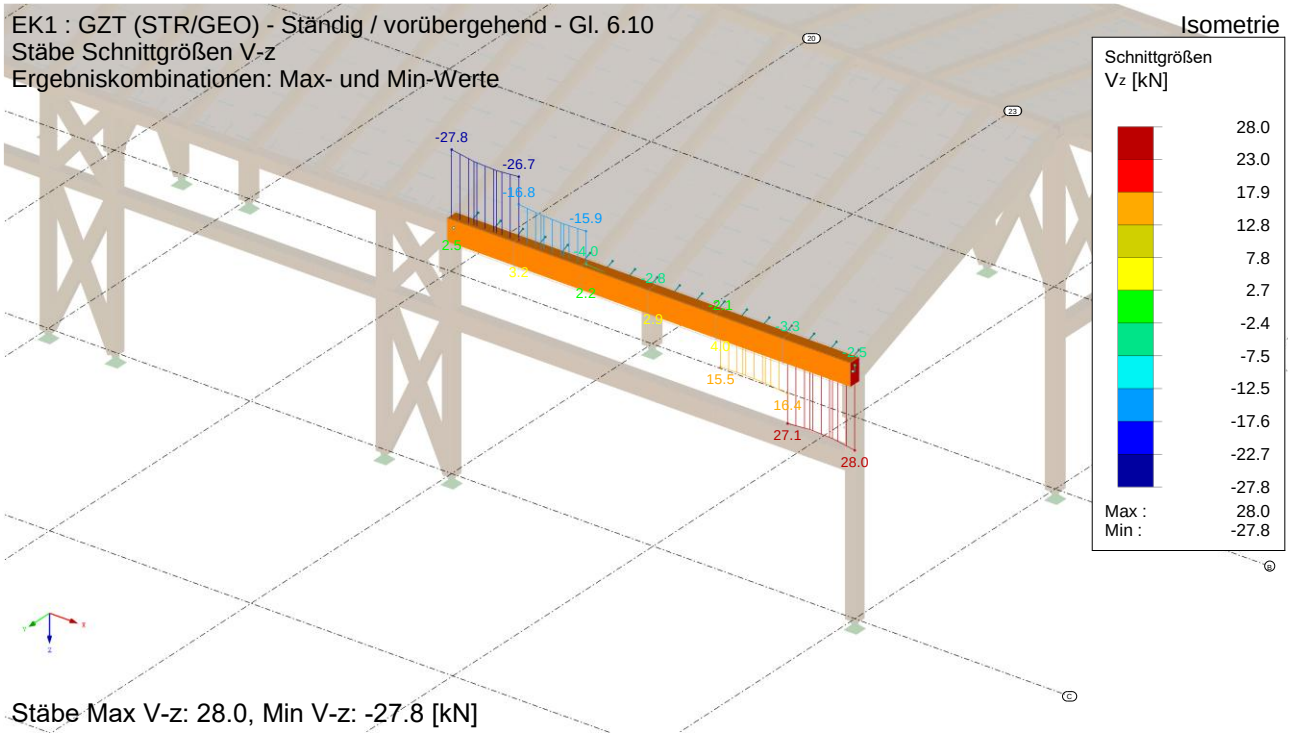
Vorbemerkung

Direkte Lagerung des Sparrens auf der Randpfette. Nachweis der Winkelverbinder s. D-109.

Lasten

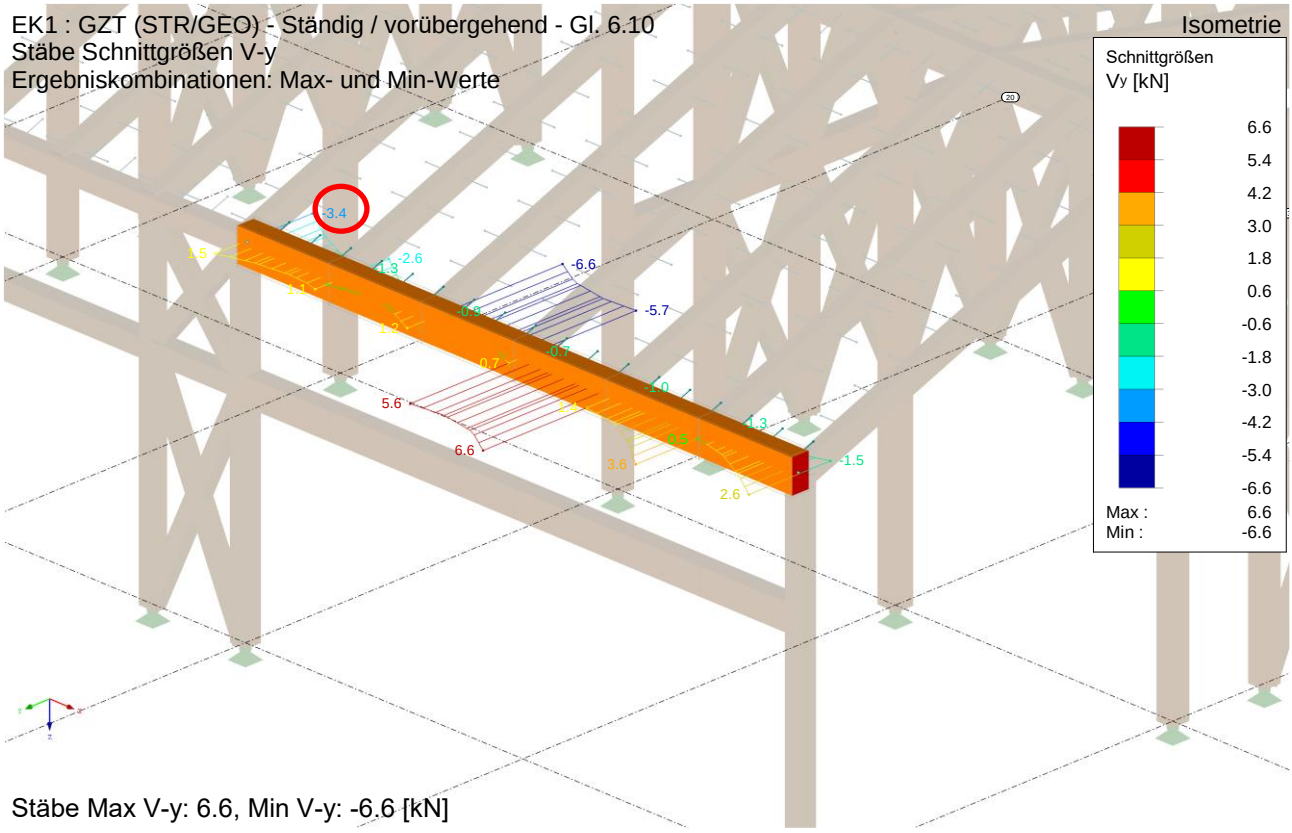
$V_{z,d}$ = 28,0 kN (kurz)
$V_{y,d}$ = 3,4 kN (kurz)

Lasten B-1-10



Stäbe Max V-z: 28.0, Min V-z: -27.8 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



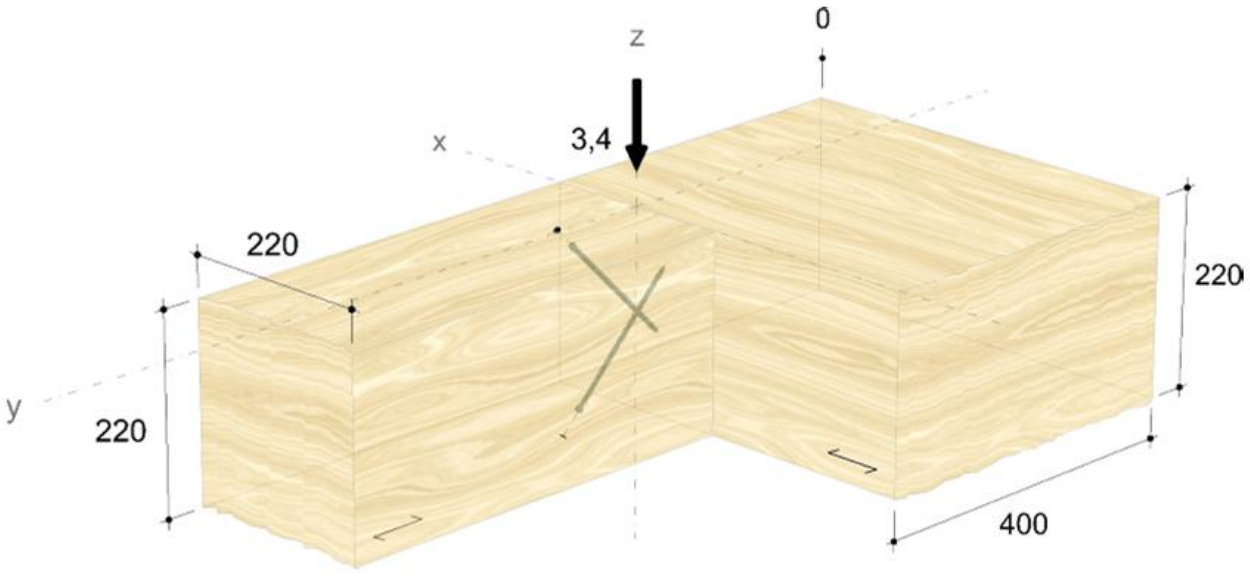
Stäbe Max V-y: 6.6, Min V-y: -6.6 [kN]

Bemessung:

Anschluss Pfette zu Randstütze- Achse 29

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CH Ø6 x 180 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 006 180 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Anschlusstyp Balken
Hauptträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 400 mm | Höhe = 220 mm | Lagerung = torsionssteif
Nebenträger	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 220 mm | Höhe = 220 mm
	Abstand Hauptträger Hirnholz = 0 mm
	Anschlusswinkel horizontal = 90° | vertikal = 0°
Lasteinwirkung	$V_{z,Ed}$ = 3,40 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 2
Verbindungsmittel	Hauptträger nicht vorgebohrt
Hirnholz = 0 mm	Nebenträger nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

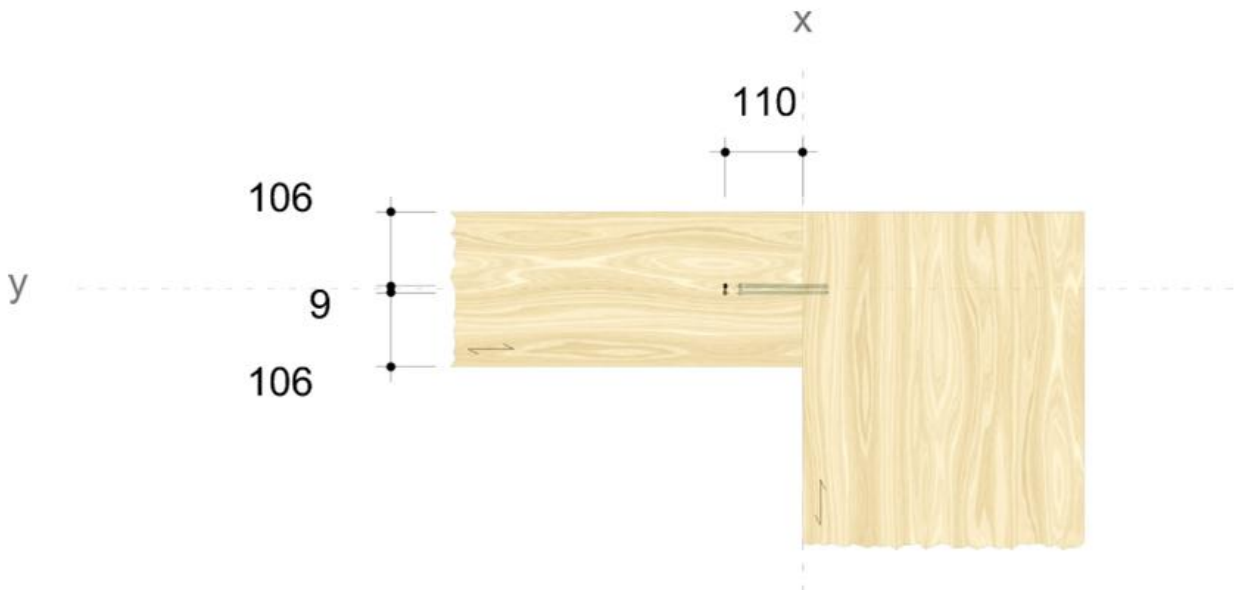


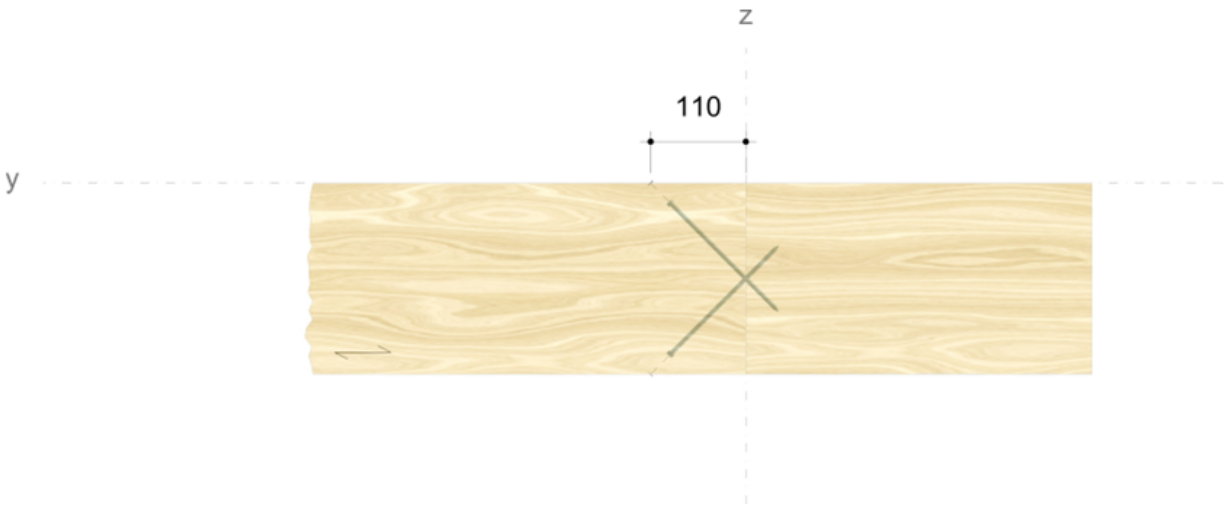
Montagedaten

Einschraubwinkel am Nebenträger	45 °
Montagemaß Nebenträger	110 mm
Versenkmaß Nebenträger	30 mm

Abstände Hauptträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,y,1}$	18	19	ETA-11/0190
$a_{2,c,y,2}$	18	381	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,1,1}$	18	91	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,1,2}$	18	129	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,2,1}$	18	129	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,2,2}$	18	91	ETA-11/0190
$a_{1,c,x,2}$	30	106	ETA-11/0190

Abstände Nebenträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	30	44	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	18	106	ETA-11/0190
a_{sc}	9	9	ETA-11/0190





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 3{,}40\ kN$

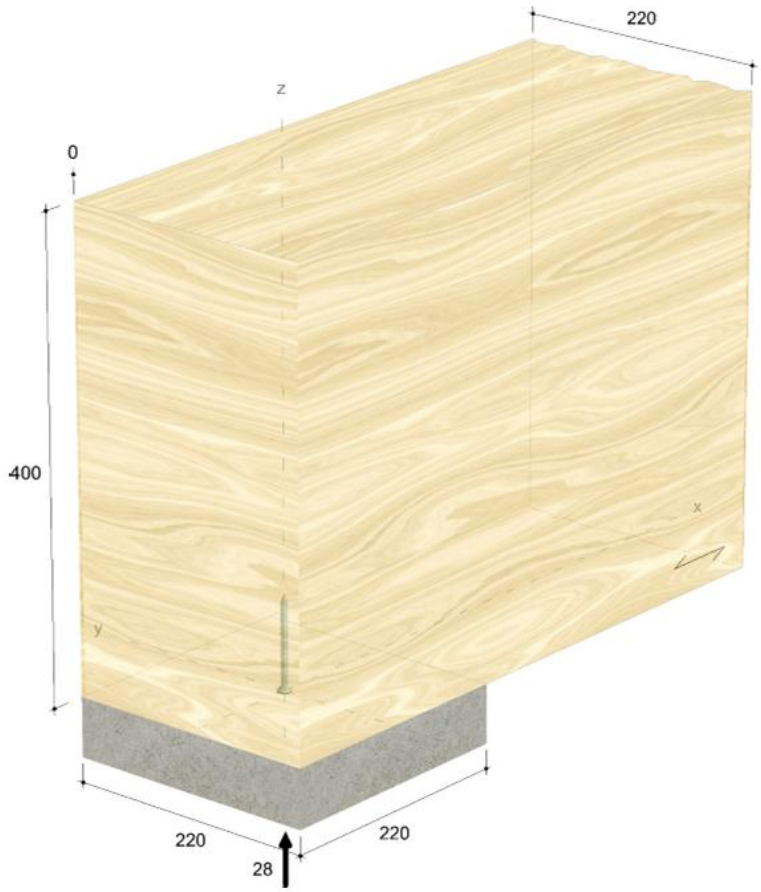
Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	85,67 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Auflagerpressung:

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**1 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø6 x 80 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 106 080 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
Träger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 220 mm | Höhe = 400 mm
Druckverteilungsplatte	nicht angegeben
Endauflager	Breite = 220 mm | Länge = 220 mm | Überstand = 0 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 28,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 2
Verbindungsmittel	Schrauben nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Bejtka I. (2005). Verstärkung von Bauteilen aus Holz mit Vollgewindeschrauben. Dissertation. Universität Karlsruhe.
[2] Bejtka I. und Blaß H.J. (2006). Self-tapping screws as reinforcement in beam supports. Paper 39-7-2, CIB-W18 Meeting 39, Florenz.
[3] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 28{,}00\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Auflagerdruck ohne Verstärkung	16,81 %
Querdruckverstärkung des Auflagers	54,88 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.2.12. **D-112 Anschluss zweiteiliger Sparren – Randpfette Achse C**

Sparren Satteldach	GL24h, b/h = 16/28 cm, Restquerschnittshöhe: 20 cm
Randpfette	GL24h, b/h = 22/40 cm; 22/22 cm
Stütze	GL24h, b/h = 16/22 cm
VBM Sparren-Pfette	2x Simpson Strong Tie ABR 100 Vollausnagelung CNA/CSA 5,0x40
Randpfette h = 22 cm	
Knagge	C24, 12/9/22 cm
VBM Knagge-Stütze	3x ASSY plus VG 4 CSMP, Ø10x240 mm
VBM Pfette-Knagge	2x ASSY plus VG 4 CH Ø6x120 mm
Randpfette h = 40 cm	
Knagge	C24, 20/9/22 cm
VBM Knagge-Stütze	2x 4 ASSY plus VG 4 CSMP, Ø10x200 mm
VBM Pfette-Knagge	2x ASSY plus VG 4 CH Ø8x260 mm
Brandschutz	F90, 36mm Beplankung beidseitig, Schrauben werden versenkt (30 mm), nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkung

Direkte Lagerung des Sparrens auf der Randpfette. **Schraubenpaar** zur Sicherung gegen abhebende Kräfte. Von der Seite eingebracht, um Randabstände einzuhalten. Versenkmaß und nachträgliche Verpfropfung beachten.

Lasten

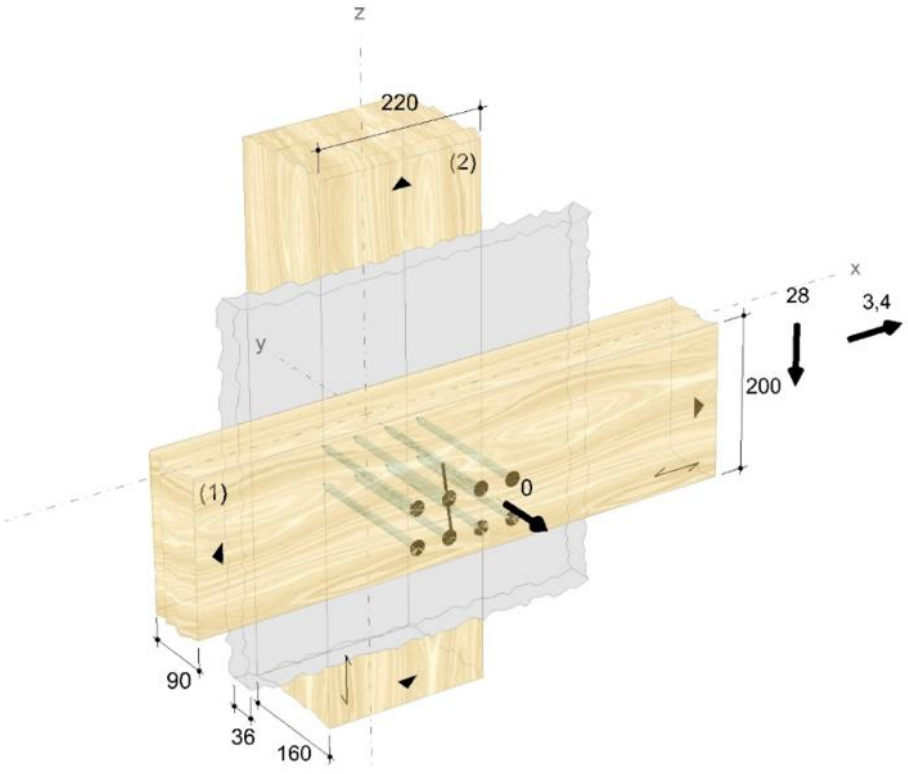
$V_{z,d}$ = 28,0 kN (kurz)
$V_{y,d}$ = 3,4 kN (kurz)

Bemessung

Knagge an Stütze

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**8 x ASSY® plus VG 4 CS Ø10 x 200 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 110 200 (VE 50 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Queranschluss
Bauteil 1	horizontal
	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 90 mm | Höhe = 200 mm
Bauteil 2	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 160 mm | Höhe = 220 mm
Zwischenschicht	verschieblich
	Gipsfaserplatten (ETA-03/0050)
	Dicke = 36 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,x,d}$ = 3,40 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	$F_{v,z,d}$ = -28,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 1 nicht vorgebohrt
	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	gerade Einzelschrauben 90 ° | bündig Träger
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

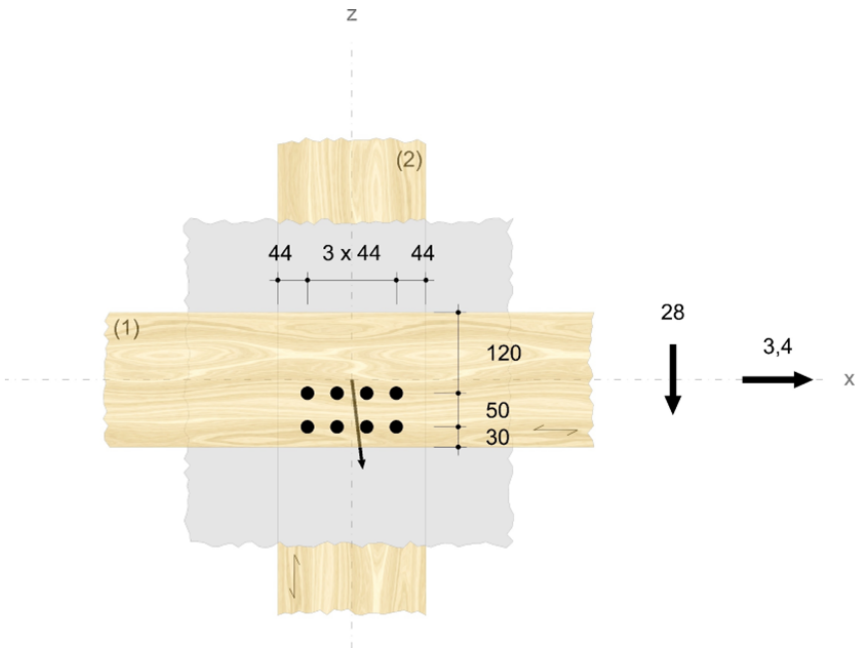


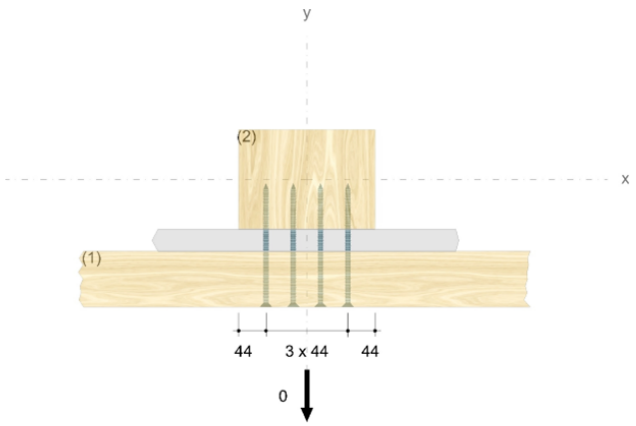
Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	vorhanden	
a_1	$(4+\lvert cos\,83°\rvert)\,d$	41	44	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4\,sin\alpha)\,d = (3+4\,sin\,83°)\,d$	70	120	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,\alpha\rvert)\,d = (3+\lvert sin\,83°\rvert)\,d$	40	50	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3\,d$	30	30	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3\,d$	30	44	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,\alpha\rvert)\,d = (3+\lvert sin\,7°\rvert)\,d$	31	44	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4\,sin\alpha)\,d = (3+4\,sin\,7°)\,d$	35	44	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_1	$(4+\lvert cos\,7°\rvert)\,d$	50	50	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-03/0050 (2018-05)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast in Richtung x-Achse $F_{v,x,d} = 3,40\ kN$
Bemessungslast in Richtung z-Achse $F_{v,z,d} = -28,00\ kN$

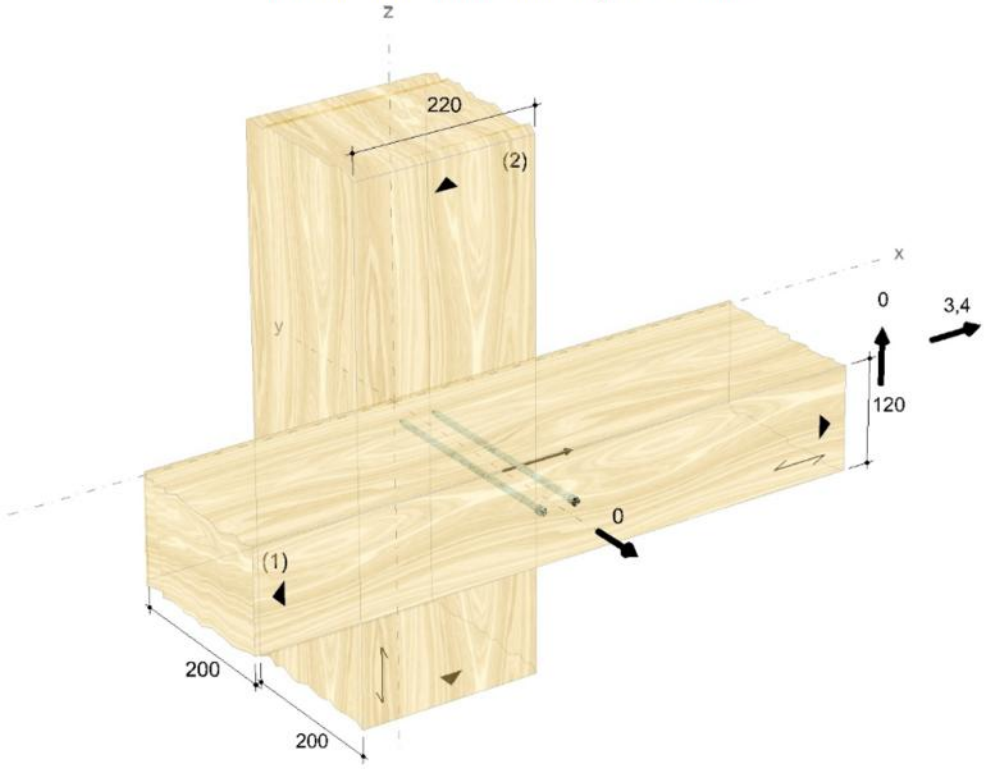
Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	92,35 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Pfette an Knagge

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CH Ø8 x 260 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 008 260 (VE 75 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Queranschluss
Bauteil 1	horizontal
	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 200 mm | Höhe = 120 mm
Bauteil 2	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 200 mm | Höhe = 220 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,x,d}$ = 3,40 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 1 nicht vorgebohrt
	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	gerade Einzelschrauben 90 ° | Vorgabe Versenkmaß = 0 mm
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

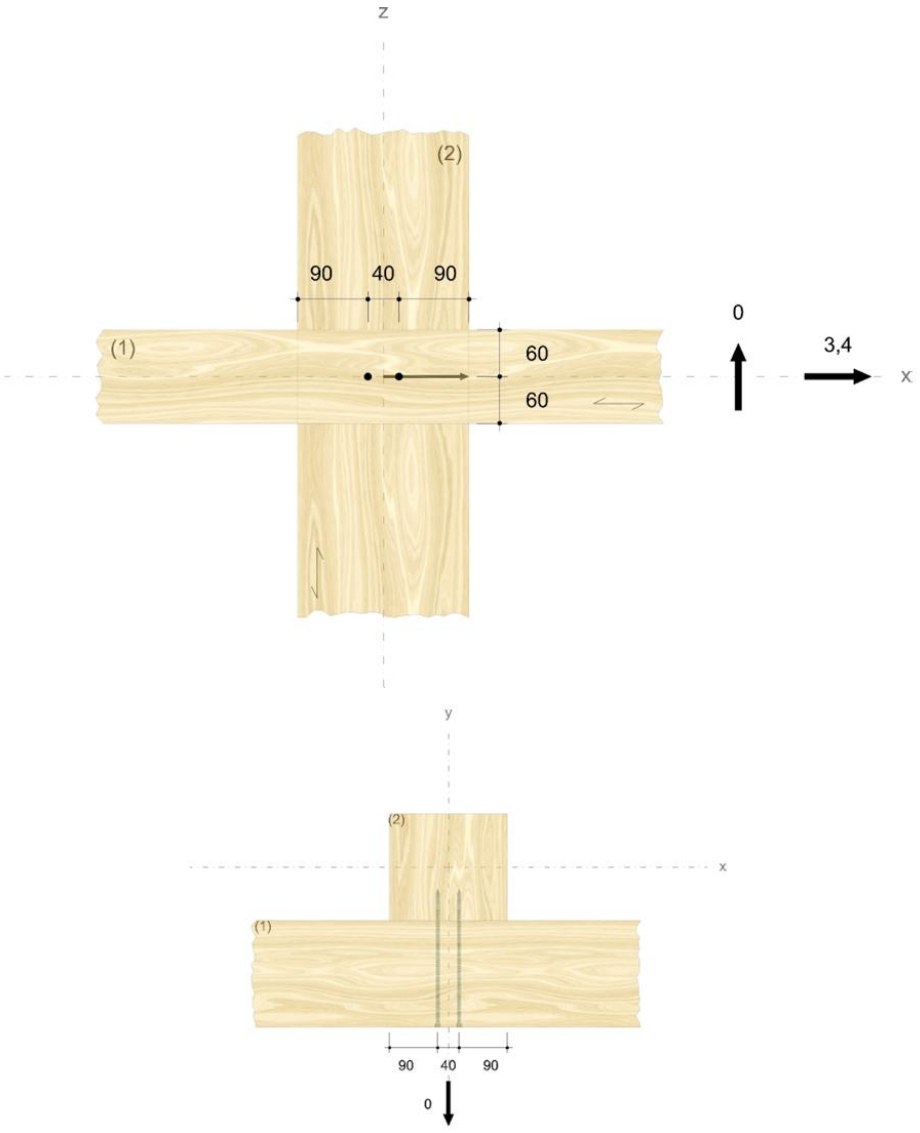


Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	vorhanden	
a_1	$(4+\lvert cos\,0°\rvert)\,d$	40	40	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3\,d$	24	60	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3\,d$	24	90	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,\alpha\rvert)\,d = (3+\lvert sin\,90°\rvert)\,d$	32	40	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4\,sin\,\alpha)\,d = (3+4\,sin\,90°)\,d$	56	90	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast in Richtung x-Achse $F_{v,x,d} = 3,40\ kN$

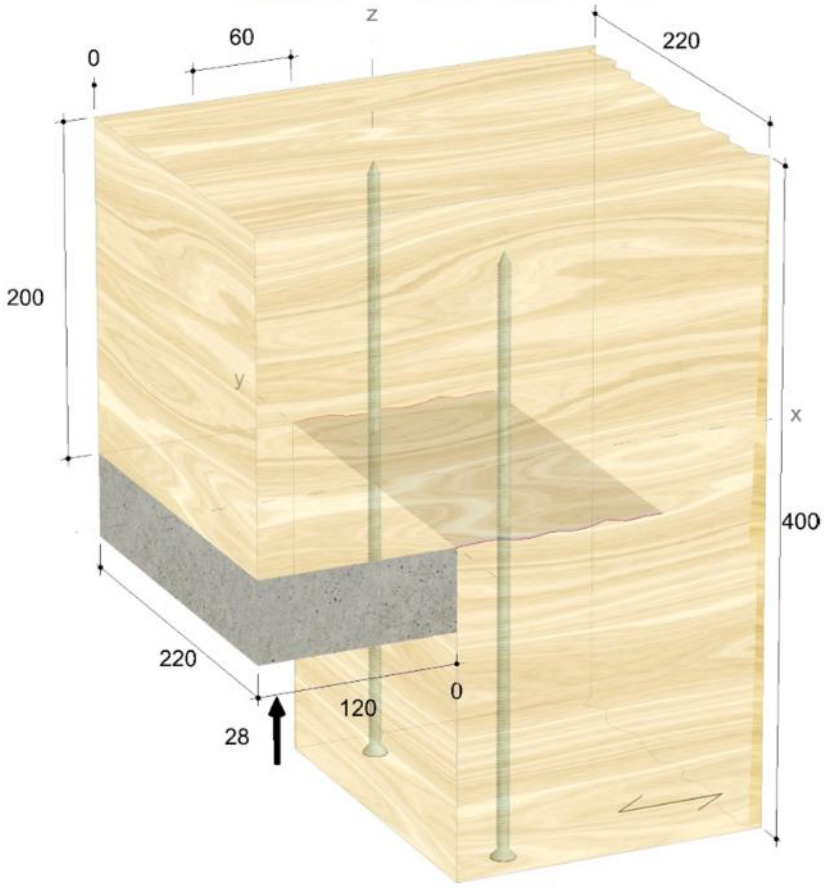
Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	80,48 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Ausklinkung

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø8 x 360 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 108 360 (VE 50 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
Träger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 220 mm | Höhe = 400 mm | Resthöhe = 200 mm
Auflager	Breite = 220 mm | Länge = 120 mm
	Überstand = 0 mm | Abstand = 0 mm | Abstand Wirkungslinie = 60 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 28,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Schrauben nicht vorgebohrt
	Verschraubung Unterkante Träger | bündig Träger
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 28{,}00\ kN$

Nachweise (Ohne Verstärkung)	Ausnutzung
Auflagerdruck ohne Verstärkung	35,02 %
Schubspannung im Restträger	55,15 %

Nachweise (Mit Verstärkung)	Ausnutzung
Biegespannung am ausgeklinkten Auflager	10,45 %
Querzugverstärkung der Ausklinkung	92,71 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.2.13. **D-131 Firstpfette Satteldach B-1-01 auf St-01/02/03/04/05/08**

B-1-01	GL24h, b/h = 16/32 cm
St-01/02/03	GL24h, b/h = 22/26 cm
St-04/05	GL24h, b/h = 22/22 cm
St-08	GL24h, b/h = 12/22 cm
Auflagerverstärkung	Ohne Verstärkung, konstruktive Sicherung mit Schrauben
Brandschutz	F30, Versenkmaß von 30 mm und nachträgliche Verpfropfung beachten.

Vorbemerkung

Auflagerpressung wurde bereits in LP4 nachgewiesen.

Lasten

Firstpfette Satteldach / Mittelpfette Sheddach

V_{Ed} = 50 kN

First Sheddach

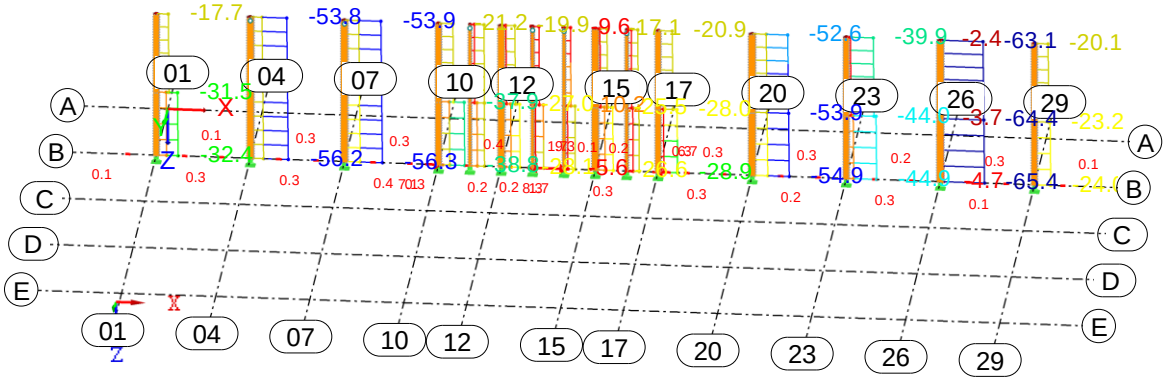
V_{Ed} = 60 kN

Abfangträger Tor Freilager OG

V_{Ed} = 50 kN

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

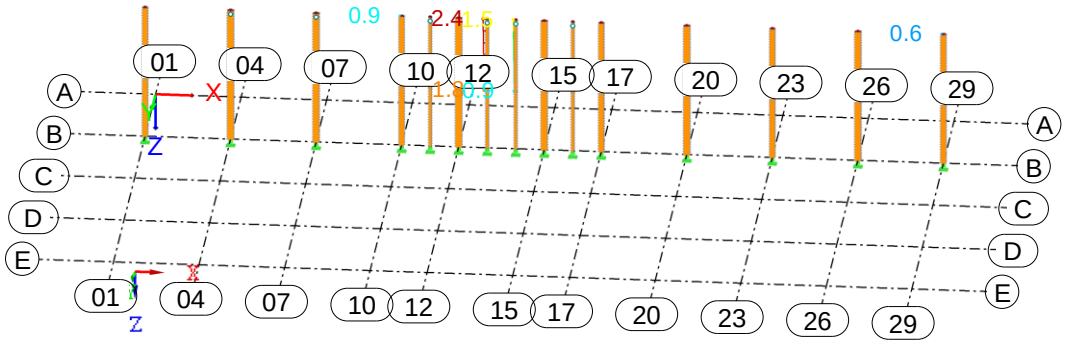
Isometrie



Stäbe Max N: 2.4, Min N: -65.4 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max-Werte

Isometrie



Stäbe Max N: 2.4, Min N: -23.4 [kN]

Bemessung

-

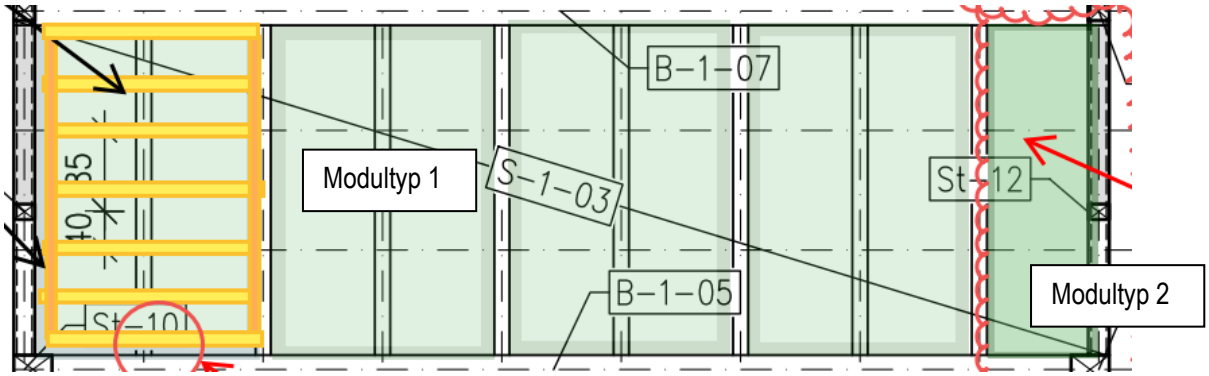
IX.2.14. **D-141 Anschluss Dachfertigteil – Sparren Satteldach**

Dachmodul	Steico-Joist SJ LVL HB60, h = 240 mm, e = 62,5 cm
Befestigung Sperrholzscheibe auf Sparren	gem. LP4: Nä 2,7x80 mm, av <= 30-50 mm
Befestigung SJ auf Sperrholz	je 2x Rillennagel CW 3,1x80 mm z.B. Haubold o.glw.
Befestigung Dreischichtplatte 30 mm auf SJ	je 2x VG-Schrauben Ø6x80 mm z.B Würth ASSY plus o.glw.
B-1-02 (Sparren Satteldach)	GL24h, b/h = 16/28 cm
Brandschutz	Über Beplankung konstruktiv gelöst.

Vorbemerkung

Gilt für das gesamte Satteldach, außer im Bereich des Freilagers (anderer Dachaufbau).

2 Modultypen: Unterscheidung durch Bauteilbreite
Modultyp 1 b = 2,5 m
Modultyp 2 b = 1,25 m



Einwirkungen:

Aufbau aus Statik LP4

Dach geschlossen			
Schicht	d [mm]	γ [kN/m³]	g [kN/m²]
PV inkl. Befestigung	-	-	0,40
Wellblechdach	-	-	0,20
Konterlattung und Lattung je 40/60mm alle 40cm	80	4,5	0,07
Holzfaserdämmplatte	60	1,4	0,08
Einblasdämmung	240	0,45	0,11
Sperrholzplatte	40	4,5	0,18
KVH 160/280, e=1,25m	280	5,5	0,20
Summe			**1,2**
Rechenwert ohne Eigengewicht			**1,0**
Rechenwert mit Eigengewicht			**1,4**

→ Im Rahmen der LP5 wurde die Holzfaserdämmplatte durch eine Dreischichtplatte n. DIN 1102 (d= 30 mm; g= 0,09 kN/m²/cm Dicke; **g= 0,27 kN/m²** ersetzt)

Eigengewicht: g_k = 0,83 kN/m² (auf der sicheren Seite liegend ohne PV)
Wind: $w_{s,max}$ = -0,49 kN/m² (aus LF9)

Modul 1:

b = 2,5 m a_{SJ} = 62,5 cm (Abstand der Steico-Joist-Träger)
$a_{Sparren}$ = 1,25 m (Abstand der Dachsparren)

Lasten Modul 1 Satteldach:

Verankerung gegen Abheben nur über Endauflager, daher Berechnung als Einfeldträger
Pro Steico-joist
Endlager: LFK: $F_{ax,Ed}$ = (0,9 * 0,83 kN/m² +1,5 * -0,49 kN/m²) *0,625 m *1,25 m = **-0,29 kN**

Modul 2:

b = 1,25 m a_{SJ} = 62,5 cm (Abstand der Steico-joist-Träger)
$a_{Sparren}$ = 1,25 m (Abstand der Dachsparren)

Lasten Modul 2 Satteldach:

Pro Steico-joist
Endlager: LFK: $F_{ax,Ed}$ = (0,9 * 0,83 kN/m² +1,5 * -0,49 kN/m²) *0,625 m *1,25/2 m = -0,14 kN

Bemessung

Abtrag Schubkräfte gem. LP4.

Für Zug: Nachweise nach D-302:

Bemessung: Steico-joist-Flansch – Untere Beplankung
Bemessung: Steico-joist-Flansch – Obere Beplankung
Bemessung: Untere Beplankung – Dachsparren

IX.2.15. **D-142 Anschluss Nebenträger-Hauptträger Satteldach-Freilager**

Dachbeplankung	Sperrholz SPH F40/30 E60/40
Befestigung Sperrholzscheibe auf Sparren	gem. LP4: Nä 2,7x80 mm, av <= 30-50 mm
B-1-02 (Sparren Satteldach)	GL24h, b/h = 16/28 cm
Brandschutz	Über Beplankung konstruktiv gelöst.

Vorbemerkung

Anderer Dachaufbau als im geschlossenen Teil des Gebäudeteils mit Satteldach
NKL2!

Einwirkungen:

Aufbau aus Statik LP4

Dach Freilager			
Schicht	d [mm]	γ [kN/m³]	g [kN/m²]
PV inkl. Befestigung	-	-	0,40
Wellblechdach	-	-	0,20
Konterlattung und Lattung je 40/60mm alle 40cm	80	4,5	0,07
Sperrholzplatte	40	4,5	0,18
KVH 160/280, e=1,25m	280	5,5	0,20
Summe			**1,0**
Rechenwert ohne Eigengewicht			**0,9**
Rechenwert mit Eigengewicht			**1,3**

Eigengewicht: g_k = 0,45 kN/m² (auf der sicheren Seite liegend ohne PV)
Wind: $w_{s,max}$ = -1,03 kN/m² (aus LF7-11)

Beplankung

b = 2,5 m $a_{Sparren}$ = 1,25 m (Abstand der Dachsparren)
a = 62,5 cm (bezogene Lasteinzugsbreite)

Lasten:

Endlager: LFK: $F_{ax,Ed}$ = (0,9 * 0,45 kN/m² +1,5 * -1,03 kN/m²) *0,625 m *1,25/2 m = -0,45 kN

Verbindung Beplankung – Dachsparren:

Material Beplankung: SPH F40/30 E60/40
Material Sparren: GL24h
Verankerung: Nägel 2,7x80 mm, av ≤ 30-50 mm

Bemessung:

Für Scheibe schon in LP4 erfolgt.
Für Zug: Nachweis nach **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** D-302: Bemessung: Untere B eplankung – Dachsparren

IX.2.16. **D-143 Anschluss Firstpfette Satteldach-Freilager/ Schmiede zu Brandwand – zweiteiliger Sparren**

Firstpfette B-1-01	GL24h, b/h = 16/32 cm
Sparren (zweigeteilt)	GL24h, b/h = 12/28 cm
Stütze	GL24h, b/h = 22/22 cm
Balkenträger	Würth h = 120 mm, Art.-Nr. 0681350120 (o.glw.), 2xSDü Ø12x100 mm Vollausnagelung mit Kammnägeln, Ø4x60 mm
Knagge	C24, b/h/t = 12/12/16 cm
Anschluss Knagge-Stütze	2x6 ASSY plus VG 4 H Ø6x180 mm
Ausklinkung	Ausführung ohne Querzugverstärkung der Pfette bei Ausklinkung nachgewiesen
Anschluss Pfette-Knagge	3x ASSY plus VG 4 CH Ø6x240 mm
Brandschutz	F90, beidseitige Beplankung d = 36 mm Schrauben werden versenkt (30 mm), nachträgliche Verpfropfung

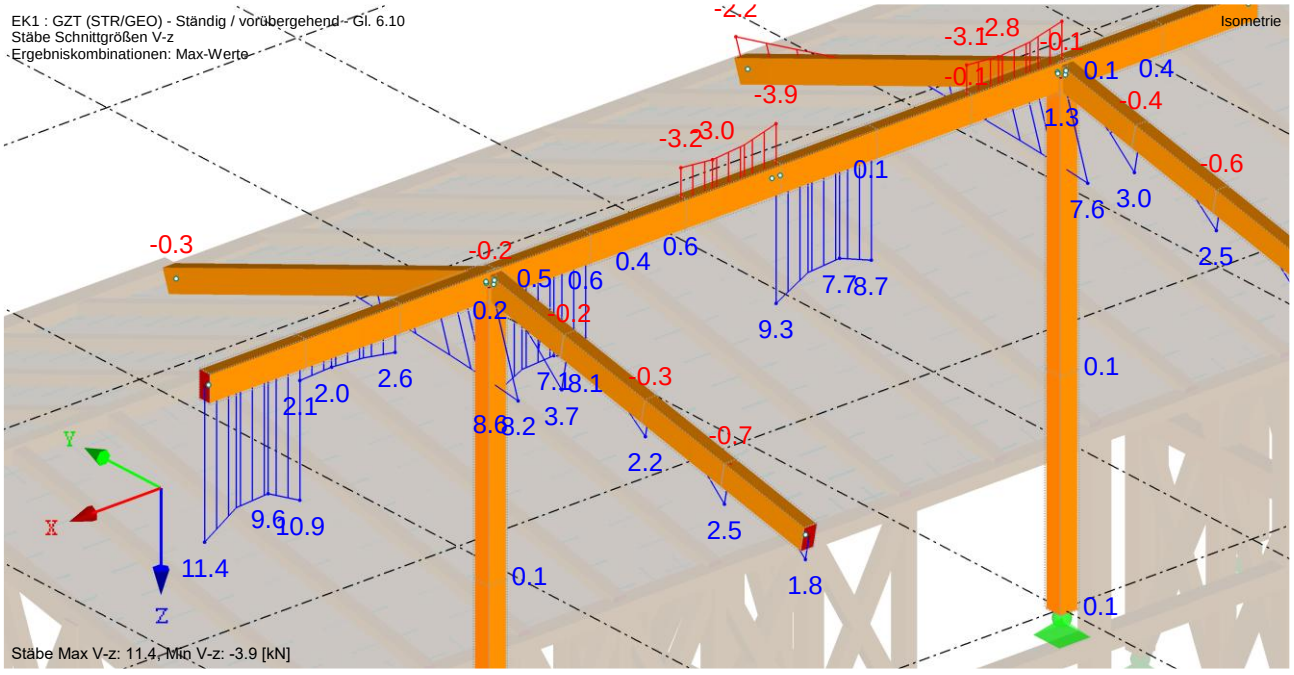
Vorbemerkung

Die zweiteiligen Sparren befinden sich bei den Brandwänden in Achse 17 und 23. Die Sparren sind mit Balkenträgern an die Firstpfette angeschlossen. Die Firstpfette ist ausgeklinkt und liegt auf einer Knagge auf, die mit der Stütze in der Brandwand verschraubt ist. Die nichttragende Zwischenschicht mit d = 36 mm wird berücksichtigt.

Lasten

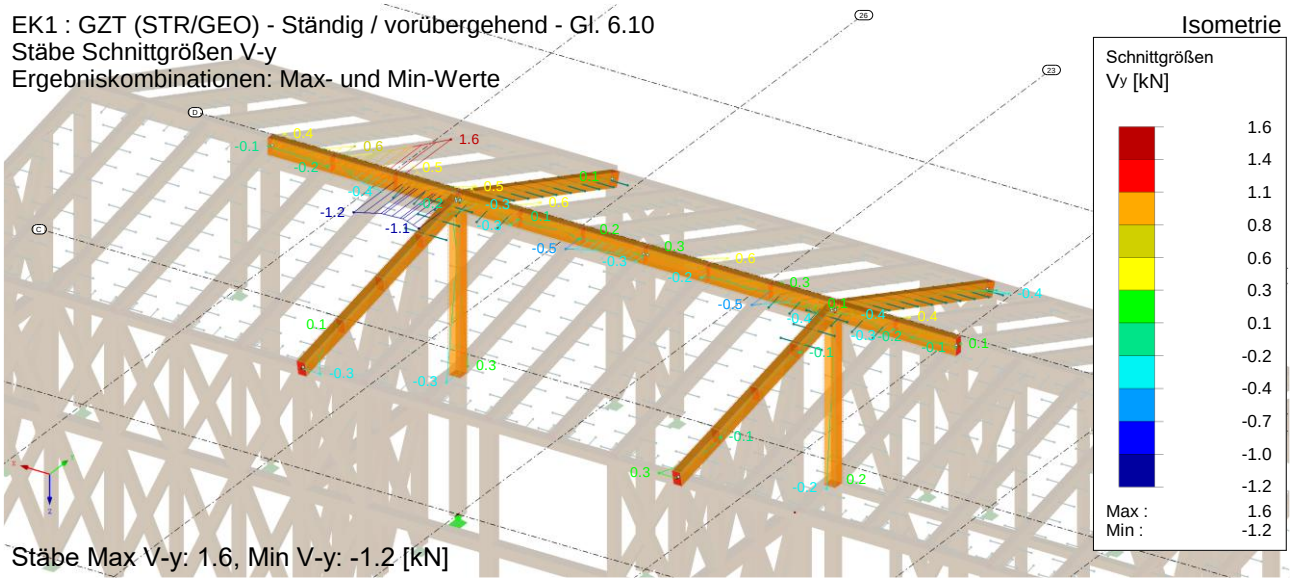
$V_{z,d}$ = 8,6 kN (aus Pfette) + 8,2 kN (aus Sparren) = 16,8 kN (kurz/sehr kurz)
$V_{z,d}$ = 8,6 kN + 8,2 kN/2 = 12,7 kN (halbierte Last aus Sparren)
$V_{x,d}$ = 3,6 kN (kurz/sehr kurz)

N_d (Aussteifung) = 15,1 kN (kurz/sehr kurz)
N_v = N_d * cos (70°) = 14,2 kN
N_h = N_d * sin (70) = 5,2 kN



EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

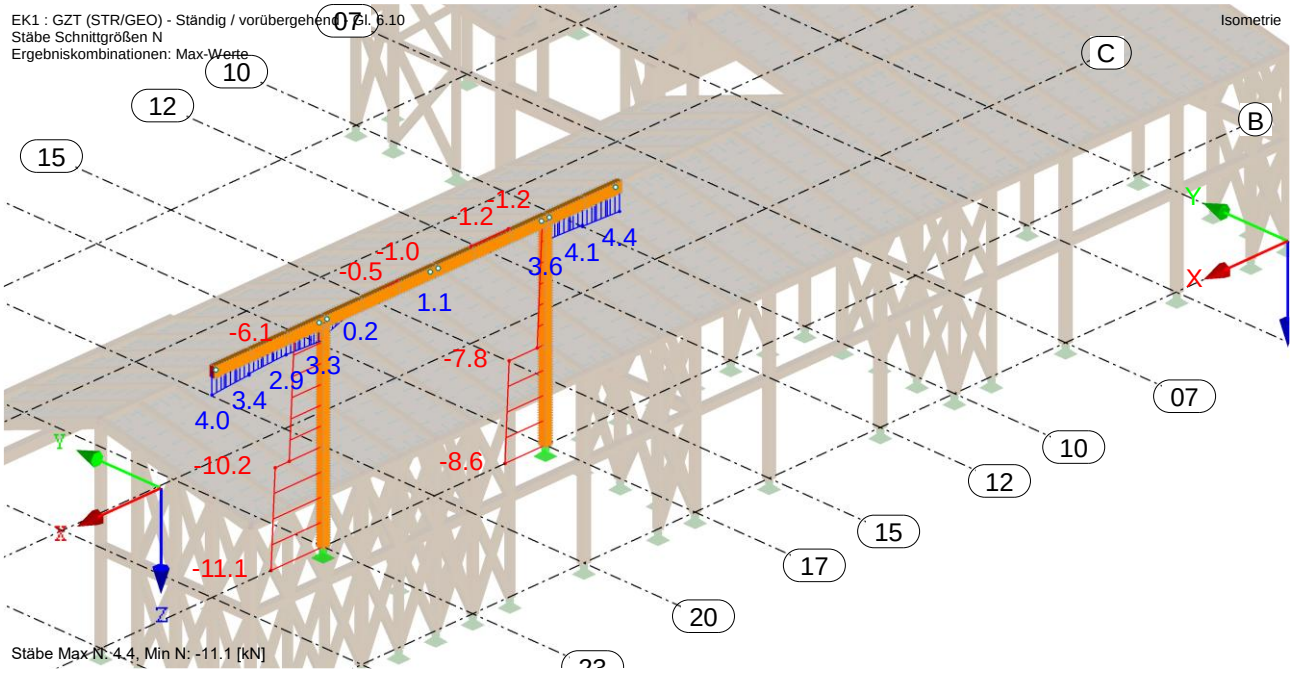
Isometrie



Stäbe Max V-y: 1.6, Min V-y: -1.2 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max-Werte

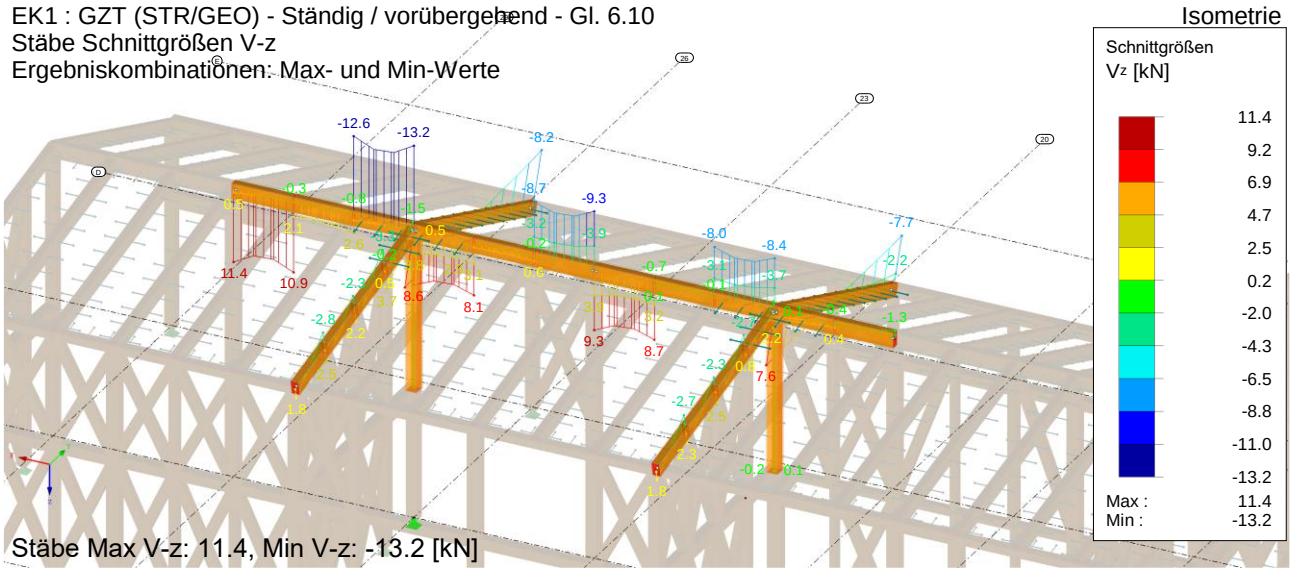
Isometrie



Stäbe Max N: 4.4, Min N: -11.1 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



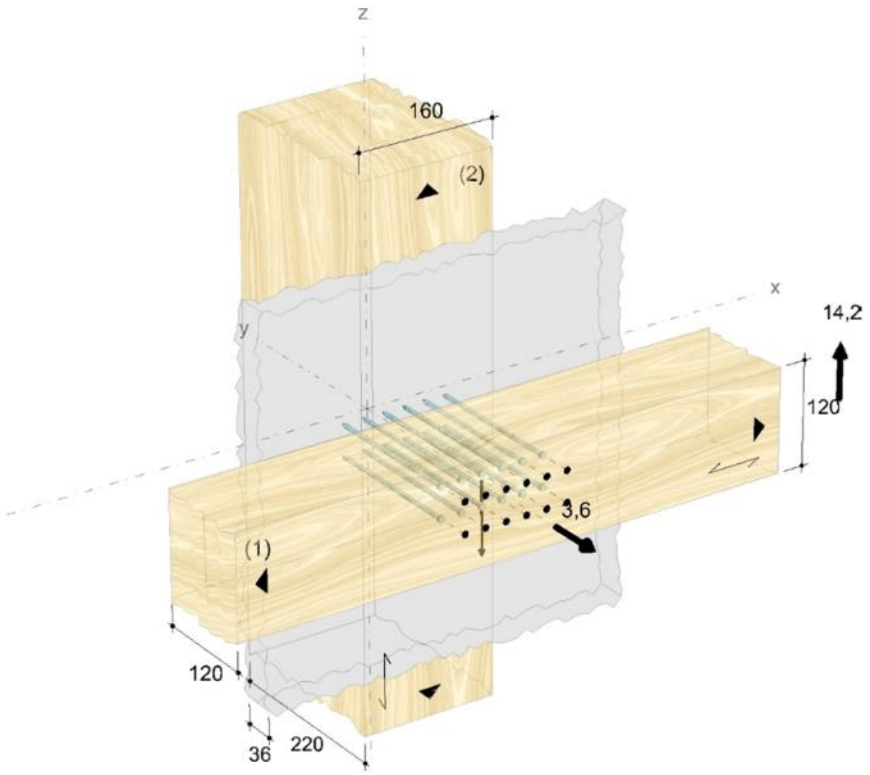
Stäbe Max V-z: 11.4, Min V-z: -13.2 [kN]

Bemessung

Knagge an Stütze

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**12 x ASSY® plus VG 4 CH Ø6 x 180 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 006 180 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Randbalkenanschluss
Bauteil 1	horizontal
	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 120 mm | Höhe = 120 mm
Bauteil 2	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 220 mm | Höhe = 160 mm
Zwischenschicht	verschieblich
	Gipsfaserplatten (ETA-03/0050)
	Dicke = 36 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,z,d}$ = 14,20 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz / sehr kurz
	$F_{ax,d}$ = 3,60 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz / sehr kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 1 nicht vorgebohrt
	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	gerade Einzelschrauben 90 ° | mittig Gewinde | Versenkmaß = 40 mm
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

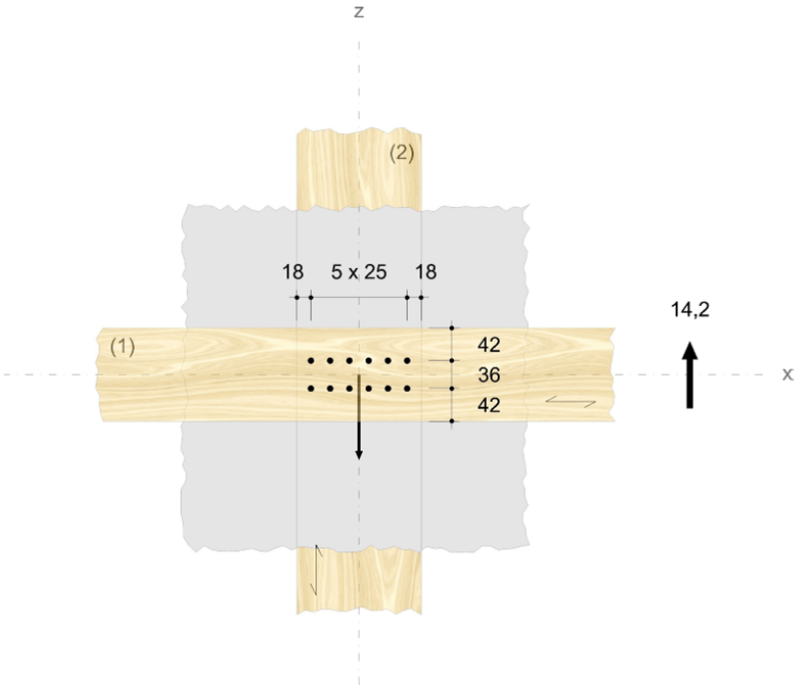


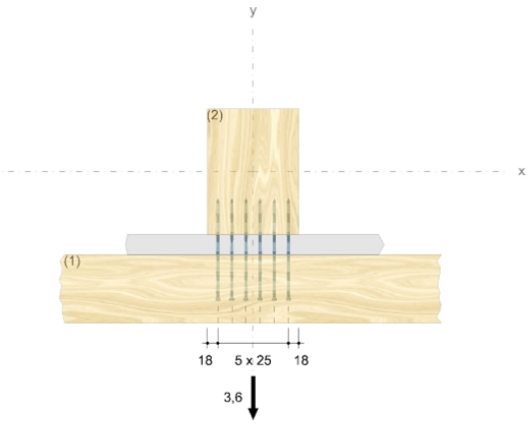
Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	vorhanden	
a_1	$(4+\lvert cos\,90°\rvert)\,d$	24	25	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3\,d$	18	42	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,\alpha\rvert)\,d = (3+\lvert sin\,90°\rvert)\,d$	24	36	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4\,sin\,\alpha)\,d = (3+4\,sin\,90°)\,d$	42	42	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3\,d$	18	18	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,\alpha\rvert)\,d = (3+\lvert sin\,0°\rvert)\,d$	18	25	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_1	$(4+\lvert cos\,0°\rvert)\,d$	30	36	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-03/0050 (2018-05)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

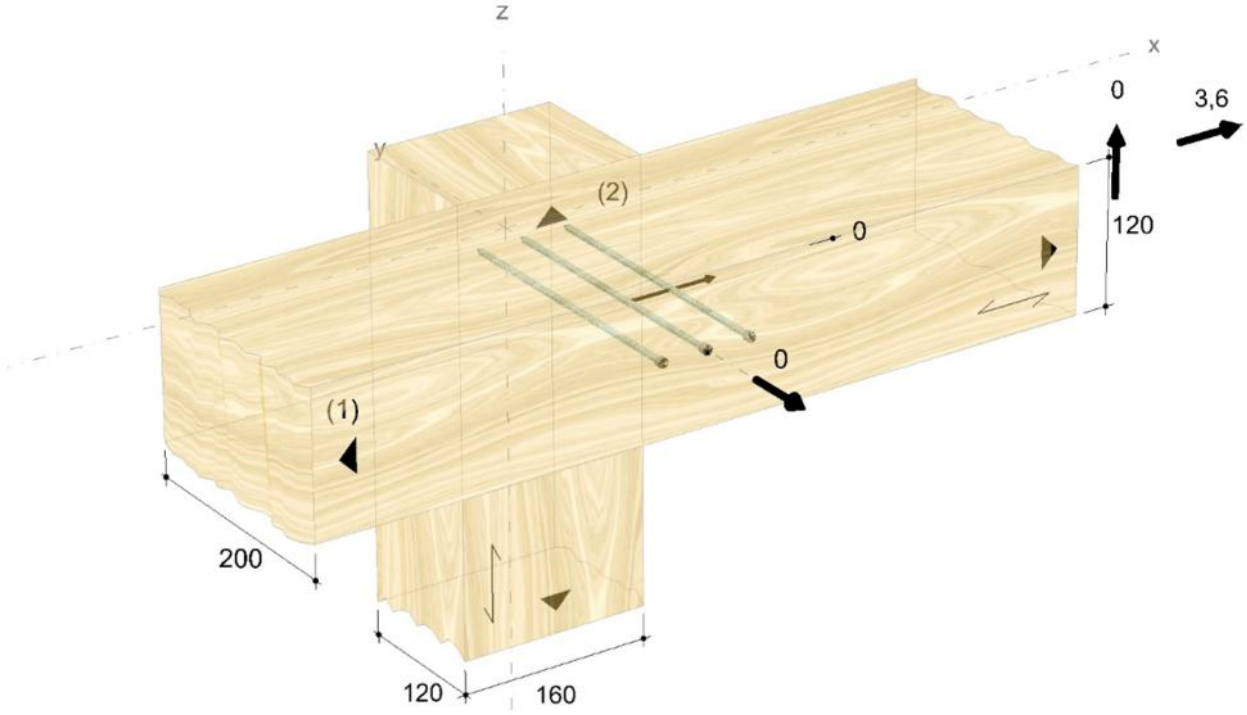
Bemessungslast in Richtung z-Achse $F_{v,z,d} = 14{,}20\,kN$
Bemessungslast in Achsrichtung der Verbindungsmittel $F_{ax,d} = 3{,}60\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	99,72 %

Firstpfette an Knagge

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**3 x ASSY® plus VG 4 CH Ø6 x 240 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 006 240 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Queranschluss
Bauteil 1	horizontal
	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 200 mm | Höhe = 120 mm
Bauteil 2	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 120 mm | Höhe = 160 mm | Rand oben = 0 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,x,d}$ = 3,60 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz / sehr kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 1 nicht vorgebohrt
	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	gerade Einzelschrauben 90 ° | Vorgabe Versenkmaß = 0 mm
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

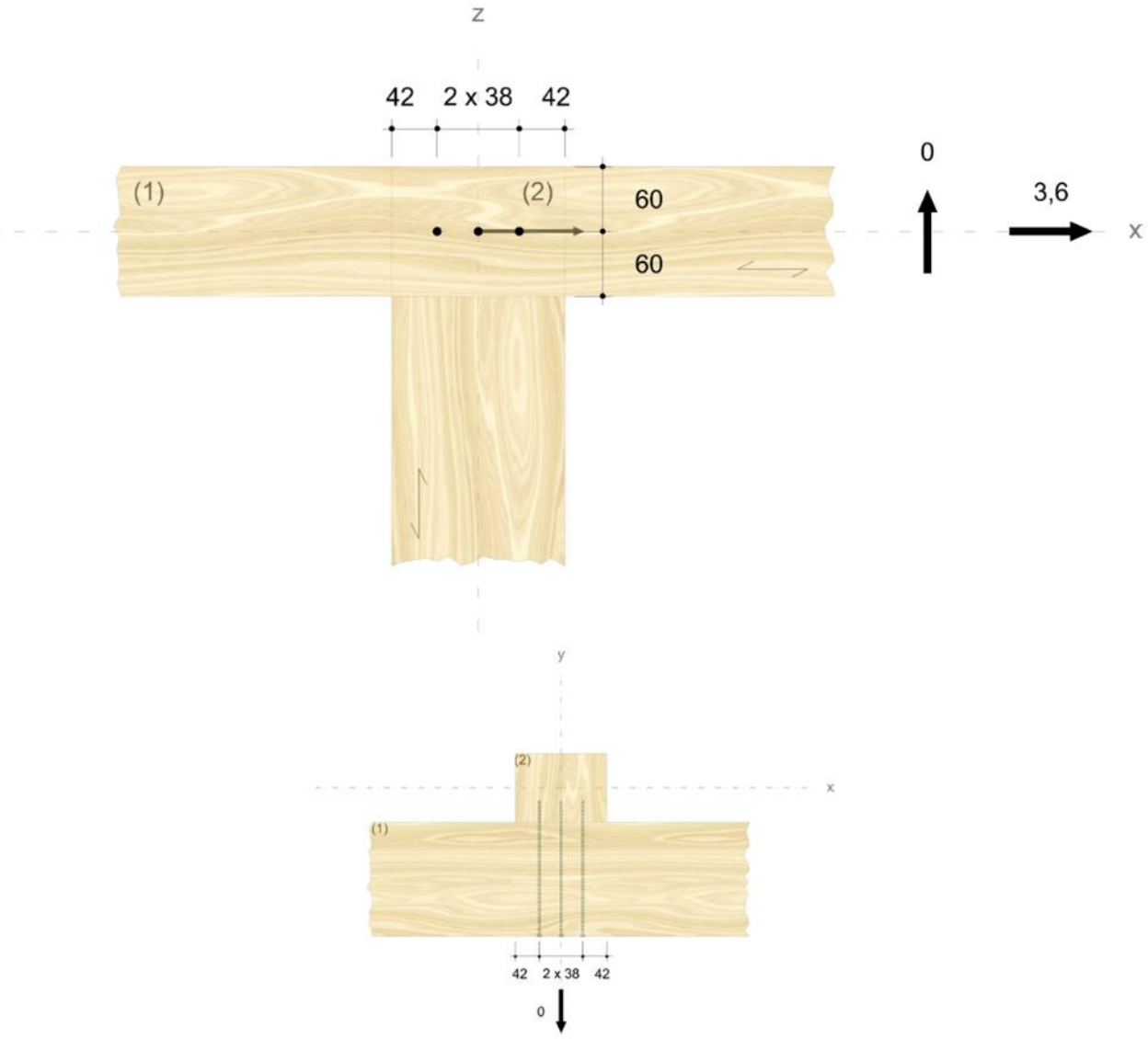


Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	vorhanden	
a_1	$(4+\lvert cos\,0°\rvert)\,d$	30	38	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3\,d$	18	60	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3\,d$	18	42	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\alpha\rvert)\,d = (3+\lvert sin90°\rvert)\,d$	24	38	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4\,sin\alpha)\,d = (3+4\,sin90°)\,d$	42	42	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{3,c}$	$7\,d$	42	60	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast in Richtung x-Achse $F_{v,x,d} = 3,60\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	96,52 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Nachweis Balkenträger Sparren an Pfette

Höhe des Balkenträgers (gewählt Würth Balkenträger) h = 12 cm
Brandschutz oberhalb durch Beplankung sichergestellt, unterhalb durch die Holzüberdeckung (s. Detailzeichnung).
Detail analog zu D-101, aber mit halbierter Last (zweiteiliger Sparren)

Nachweis Kraftübertrag Sparren – Balkenträger

Stabdübel		d = 12 mm S 235	nach **DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12** (vereinfachtes Verfahren)
innenliegendes Stahlblech	t_S	6 mm S 235	
Anzahl der Bleche	n_t [-]	1	
Holzquerschnitt		GL 24h Nadelholz	
Dicke Seitenholz	t_1 [cm]	6 ≤ 8,2 Abminderung!	
Kraft–Faser–Winkel	α_1 [°]	78	
Fließmoment Stabdübel	$M_{y,Rk}$ [Nmm]	69.071	
Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm²]	18,19	
Tragfähigkeit je Scherfuge	$F_{v,\alpha,Rk}$ [kN]	5,70	
Tragfähigkeit Bemessungswert	**$F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**9,32**	mit k_{mod} [-] 0,90
Anzahl in Faserrichtung	n_0 [-]	1	
Anzahl quer zur Faserrichtung	n_{90} [-]	2	
	n_{ef} [-]	1,93	
Bemessungswert VM-Gruppe	**$\Sigma F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**17,98**	

Mindestabstände Bauteil 1	erf Abstand	vorh Abstand	
a_1 [mm]	41	45	✓
a_2 [mm]	36	0	Nicht vorhanden!
$a_{3,t}$ [mm]	84	85	✓
$a_{3,c}$ [mm]	82	85	✓
$a_{4,t}$ [mm]	47	50	✓
$a_{4,c}$ [mm]	36	40	✓

Definition	untereinander	zum beanspruchten Rand	zum unbeanspruchten Rand
∥ Faser	a_1	$a_{3,t}$	$a_{3,c}$
⊥ Faser	a_2	$a_{4,t}$	$a_{4,c}$
Abbildung siehe Schneider, 20.Auflage, Tafel 9.40			

Nachweis Kraftübertrag Balkenträger – Pfette

Charakteristische Tragfähigkeiten Balkenträger, Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k = 385 kg/m³), Nebenträgerbreite 100 mm

Art.-Nr.	Balkenträgerhöhe in mm	Vollausnagelung mit Kamm-/Ankernägeln*				Mindestbreite/ -höhe in mm
		$F_{z,down,Rk}$		$F_{z,up,Rk}$		
		4 x 40 mm	4 x 60 mm	4 x 40 mm	4 x 60 mm	
0681 350 90	90	4,17	6,70	5,39	8,50	100/130 (100)
0681 350 120	120	13,52	18,38	8,88	11,78	100/160
0681 350 160	160	21,37	28,65	15,57	22,49	100/200
0681 350 200	200	29,20	38,30	22,96	32,51	100/240
0681 350 240	240	36,94	47,82	30,71	42,38	100/280

Die Werte gelten für Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k =385 kg/m³) und einer Nebenträgerbreite von 100 mm.

$F_{z,down,Rd}$ = 0,9*18,38 kN/1,3 = 12,72 kN
$F_{z,up,Rd}$ = 1,0*11,78 kN/1,3 = 9,1 kN (k_{mod} für Windeinwirkung kurz/sehr kurz)

Nachweis Balkenträger

Maßgebend ist $F_{z,up,Rd}$ = 9,1 kN > 8,6kN Nachweis OK

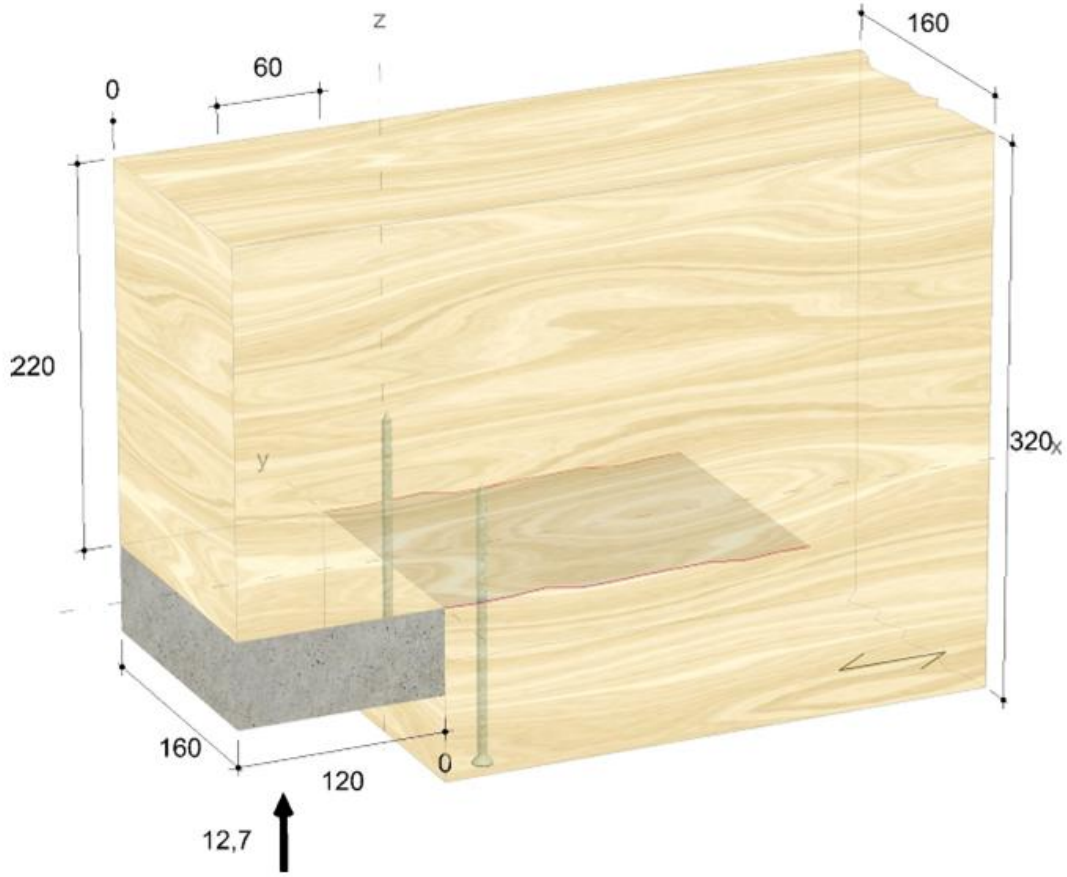
Nachweis Pfette an Knagge (Querzug)

Detail analog zu D-104

Nachweis Ausklinkung mit Würth: Keine Auflagerverstärkung notwendig.

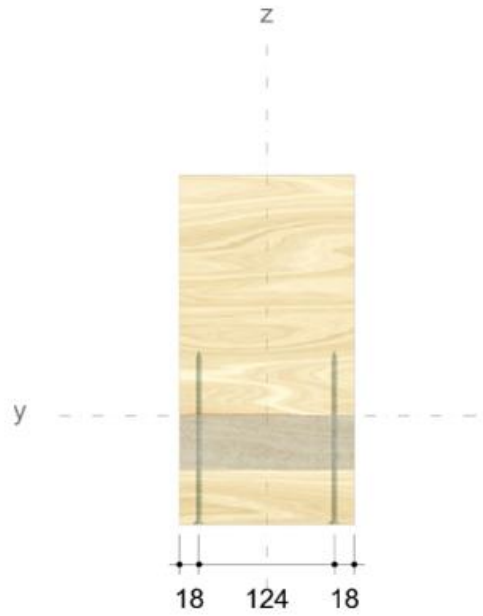
Eingabedaten

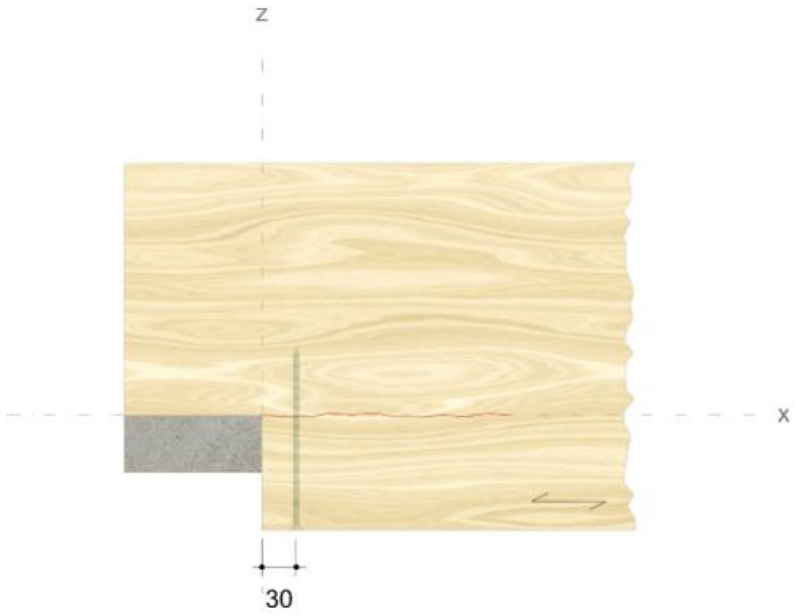
Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø6 x 160 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 106 160 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 160 mm | Höhe = 320 mm | Resthöhe = 220 mm
Auflager	Breite = 160 mm | Länge = 120 mm
	Überstand = 0 mm | Abstand = 0 mm | Abstand Wirkungslinie = 60 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 12,70 kN | Lasteinwirkungsdauer = mittel
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Schrauben nicht vorgebohrt
	Verschraubung Unterkante Träger | bündig Träger
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm



Montagedaten

Abstände [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	$5\,d$	30	30	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	$3\,d$	18	18	ETA-11/0190
a_2	$2{,}5\,d$	15	124	ETA-11/0190





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 12,70\,kN$

Nachweise (Ohne Verstärkung)	Ausnutzung
Auflagerdruck ohne Verstärkung	24,57 %
Schubspannung im Restträger	35,18 %
Schubspannung am ausgeklinkten Auflager	59,26 %

Nachweise (Mit Verstärkung)	Ausnutzung
Biegespannung am ausgeklinkten Auflager	5,45 %
Querzugverstärkung der Ausklinkung	74,63 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Hinweise

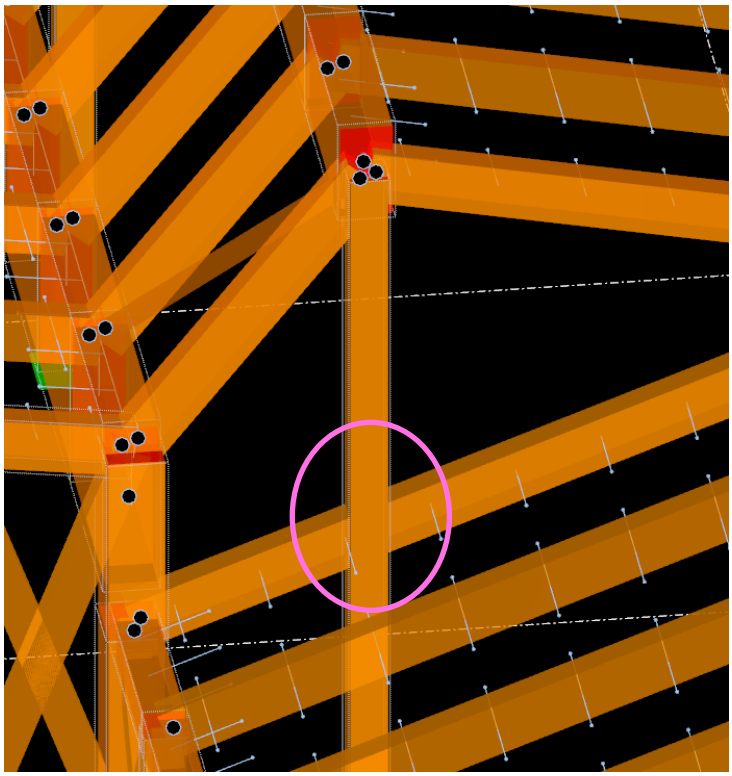
- Dies ist eine Vorbemessung/Empfehlung. Ohne eine Prüfung und Freigabe der Bemessung durch den zuständigen Planer/Statiker darf das Verbindungsmittel nicht eingebaut werden!
- Die vorliegende Bemessung gilt nur für rechtwinklige Ausklinkungen.
- Es ist sicherzustellen, dass die Stützweite größer oder gleich der doppelten Trägerhöhe ist.
- Die Schrauben dürfen nur für vorwiegend ruhende Belastungen verwendet werden.
- Bitte beachten Sie die Softwarenutzungsbedingungen insbesondere den §4.
- Eine Verstärkung der Ausklinkung ist nicht erforderlich!

IX.2.17. **D-144 Anschluss Sparren Satteldach – Stütze St-09**

B-1-02 (Sparren Satteldach)	GL24h, b/h = 16/28 cm
Stütze St-09	GL24h, b/h = 20/22 cm
Verbindung	Würth h = 120 mm, Art.-Nr. 0681350120 (o.glw.), 2xSDü Ø12x100 mm Vollausnagelung mit Kammnägeln, Ø4x60 mm
Brandschutz	F30

Vorbemerkung

Sparren des Satteldachs wird in Achse 10 von der Stütze St-09 ‚unterbrochen'. Die Anschlüsse des Sparrens an die Stütze werden nachgewiesen. Als konservative Annahme für die Bemessung des Anschlusses werden die Schnittgrößen am Sparrenende verwendet (St-09 und B-1-02 interagieren nicht im Modell).

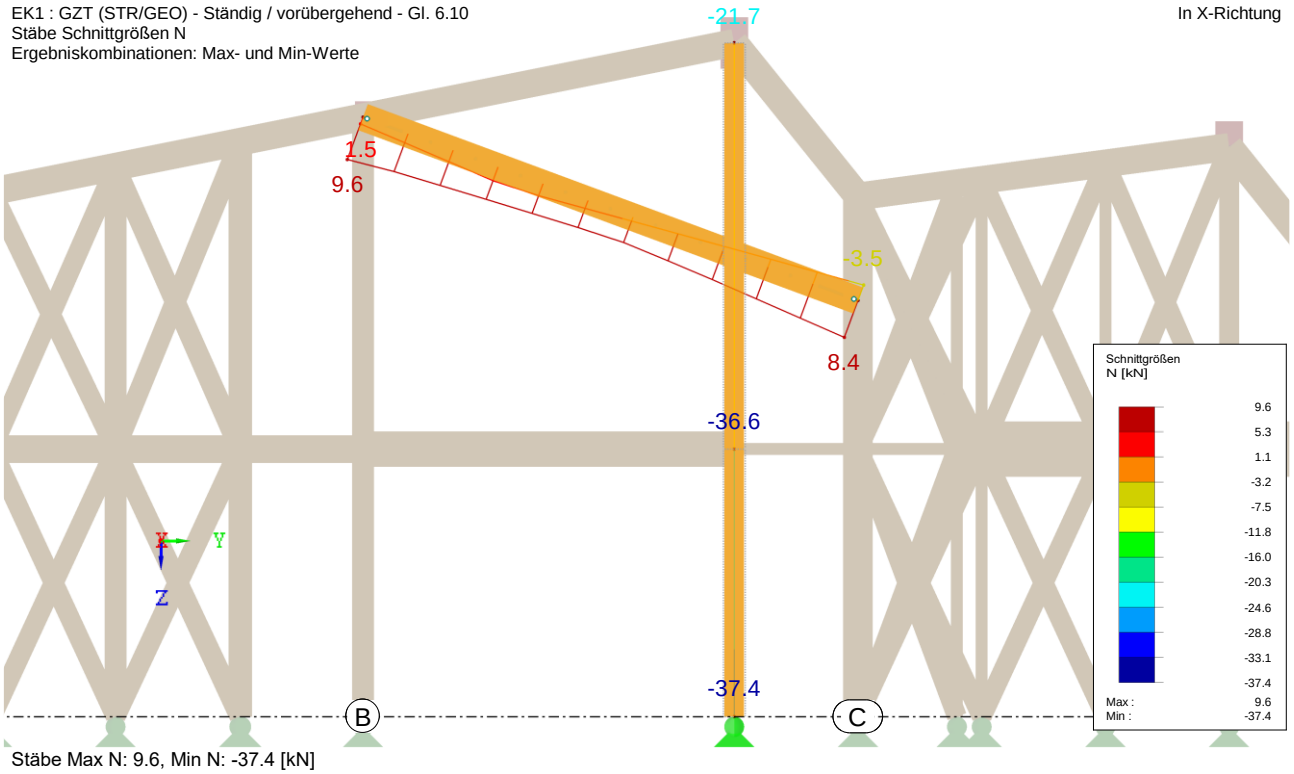


Lasten

Aus RFEM-Gesamtmodell:

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

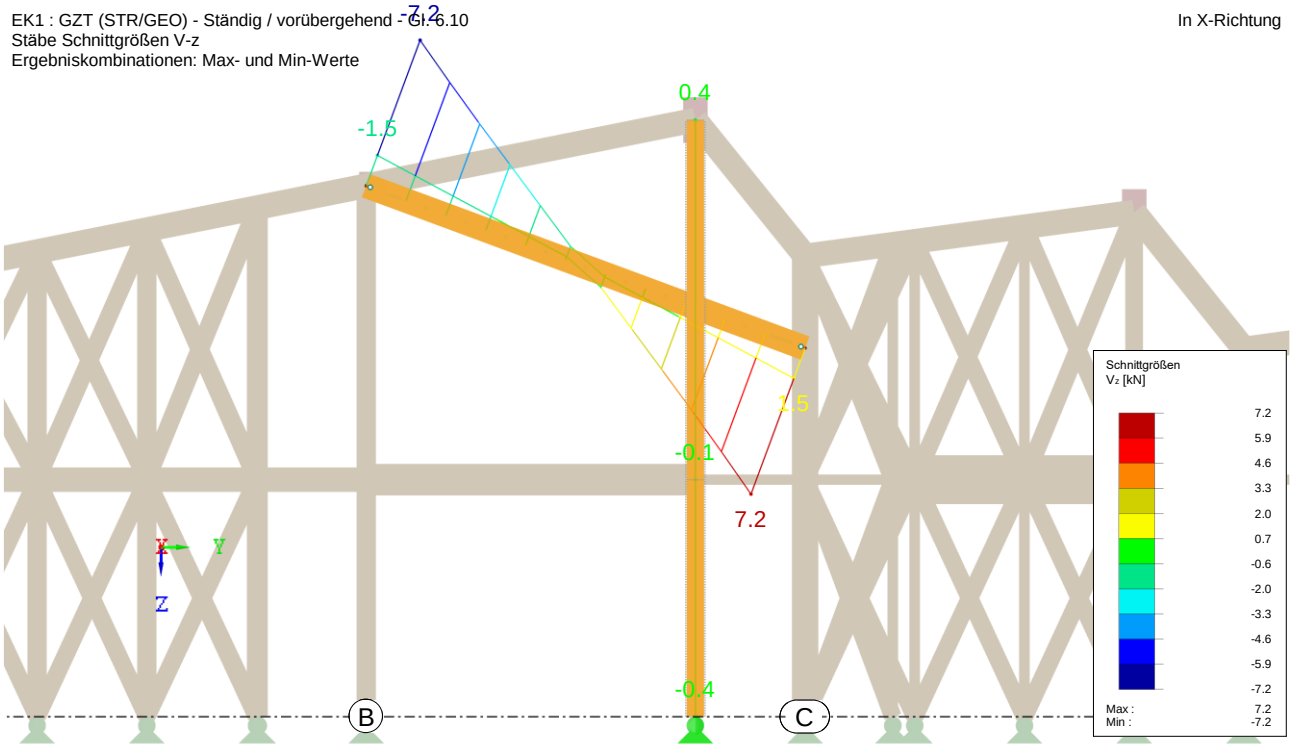
In X-Richtung



Stäbe Max N: 9.6, Min N: -37.4 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

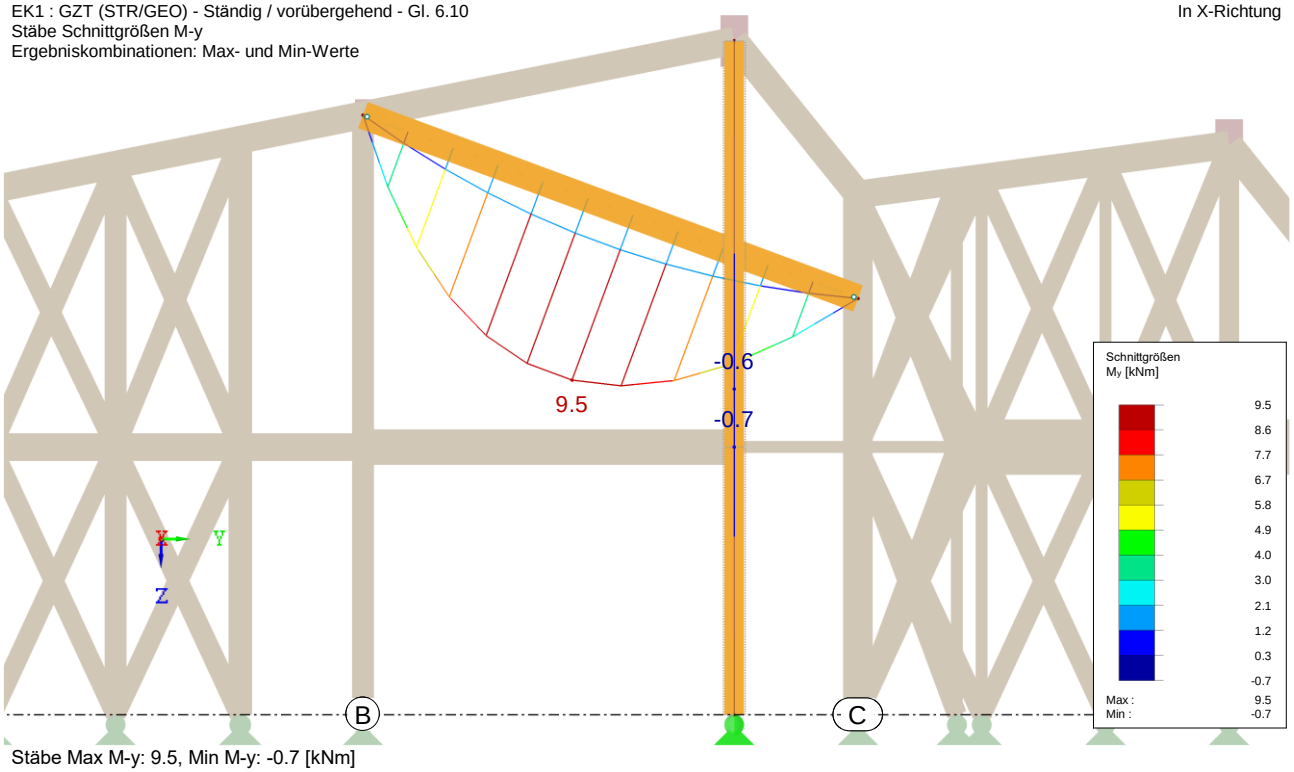
In X-Richtung



Stäbe Max V-z: 7.2, Min V-z: -7.2 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

In X-Richtung



Stäbe Max M-y: 9.5, Min M-y: -0.7 [kNm]

Bemessung

Gem. Würth Bemessungstabellen:

Querkraft (Vertikal) **V_d = 7,2 kN**

Zug in Sparrenrichtung **N_d = 8,4 kN**

Charakteristische Tragfähigkeiten Würth Balkenträger, Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k = 385 kg/m³), Nebenträgerbreite 100mm

Art.-Nr.	Balkenträger-höhe in mm	Vollausnagelung mit Würth Kamm-/Ankernägeln*				Mindestbreite/ -höhe in mm
		$F_{z,down,Rk}$		$F_{z,up,Rk}$		
		4 x 40mm	4 x 60mm	4 x 40mm	4 x 60mm	
0681 350 90	90	4,17	6,70	5,39	8,50	100/130 (100)
0681 350 120	120	13,52	18,38	8,88	11,78	100/160
0681 350 160	160	21,37	28,65	15,57	22,49	100/200
0681 350 200	200	29,20	38,30	22,96	32,51	100/240
0681 350 240	240	36,94	47,82	30,71	42,38	100/280

Die Werte gelten für Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k =385 kg/m³) und einer Nebenträgerbreite von 100mm.

k_{mod} (NKL1, kurz) = 0,9

$F_{z,down,Rk}$ = 13,52 kN → $F_{z,down,Rd}$ = 13,52 kN/1,3*0,9 = 9,36 kN > 7,2 kN → Nachweis erfüllt.

Zug wird auch über Stabdübel aufgenommen und separat nachgewiesen.
→ Kraft-Faser-Winkel α = 0°

Stabdübel		d = 12 mm S 235	nach **DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12** (vereinfachtes Verfahren)
innenliegendes Stahlblech	t_S	6 mm S 235	
Anzahl der Bleche	n_t [-]	1	
Holzquerschnitt		GL 24h Nadelholz	
Dicke Seitenholz	t_1 [cm]	5 ≤ 6,7 Abminderung!	
		0	
Kraft–Faser–Winkel	α_1 [°]	0	
Fließmoment Stabdübel	$M_{y,Rk}$ [Nmm]	69.071	
Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm²]	27,42	
Tragfähigkeit je Scherfuge	$F_{v,\alpha,Rk}$ [kN]	7,15	
Tragfähigkeit Bemessungswert	**$F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**11,71**	mit k_{mod} [-] 0,90
Anzahl in Faserrichtung	n_0 [-]	1	
Anzahl quer zur Faserrichtung	n_{90} [-]	2	
	n_{ef} [-]	1,58	
Bemessungswert VM-Gruppe	**$\Sigma F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**18,44**	

N_d = 8,4 kN < R_d = 18,44 kN → OK.

<u>Kombinierter Nachweis</u>

$(7{,}2/9{,}36)^2+(8{,}4/18{,}44)^2 = 0{,}8 < 1$ → OK.

IX.2.18. **D-145 Knotenpunkt Achsenkreuz C-10**

Anschlussprüfung s. Detailzeichnung. Keine zusätzlichen Details zu bemessen.

IX.2.19. **D-146 St-04-B Anschluss an Sparren**

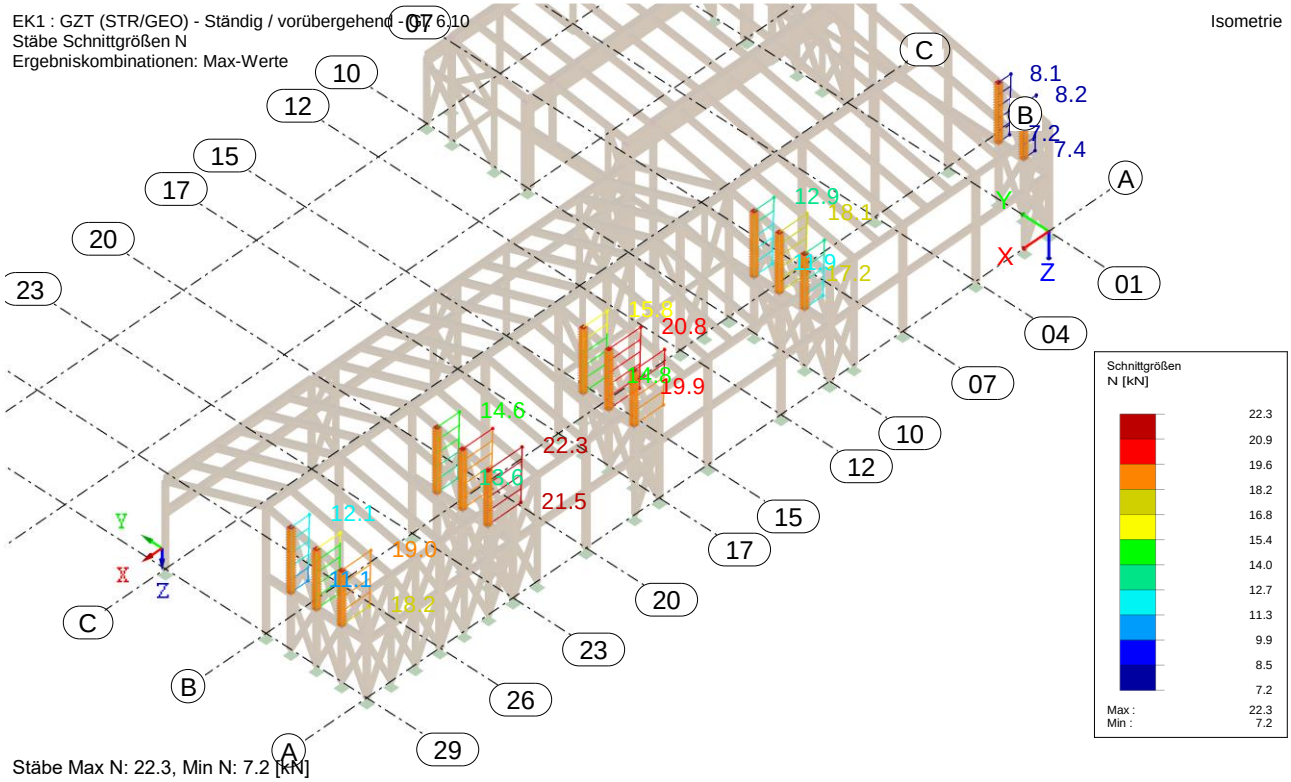
B-1-02 (Sparren Satteldach)	GL24h, b/h = 16/28 cm bzw. 12/28 in Achse 17/23
Stütze St-09	GL24h, b/h = 20/22 cm
Verbindung Achse 10	Verschraubung mittig von oben durch den Sparren: 2x ASSY plus VG 4 CH Ø10x480 mm
Verbindung Achse 17/23	Je schmalem Sparren: 3x ASSY plus VG 4 CH, Ø10x200 mm, Versenkmaß 30 mm, nachträglich verpfropft, nichttragende Zwischenschicht von 40 mm
Brandschutz	F30

Vorbemerkung

2 Fälle:

1. Achse 10: Ein durchlaufender Sparren über der Stützenreihe
2. Achse 17 und 23: Zweigeteilter Sparren, seitlich der Stützenreihe

Lasten

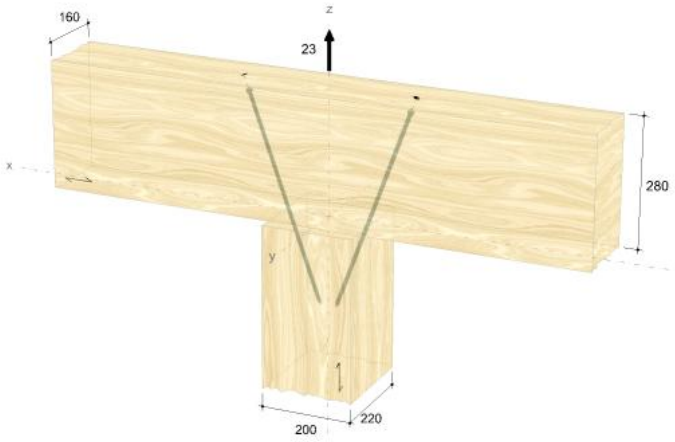


Z_d = 22,3 kN (KLED: kurz)

Bemessung Achse 10

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CH Ø10 x 480 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 010 480 (VE 25 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Anschlusstyp T-Stoß
Hauptträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	t_1 = 280 mm | t_2 = 160 mm
Nebenträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	t_1 = 200 mm | t_2 = 220 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 23,00 kN
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Hauptträger nicht vorgebohrt
	Nebenträger nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm | Nebenträger = 5 mm

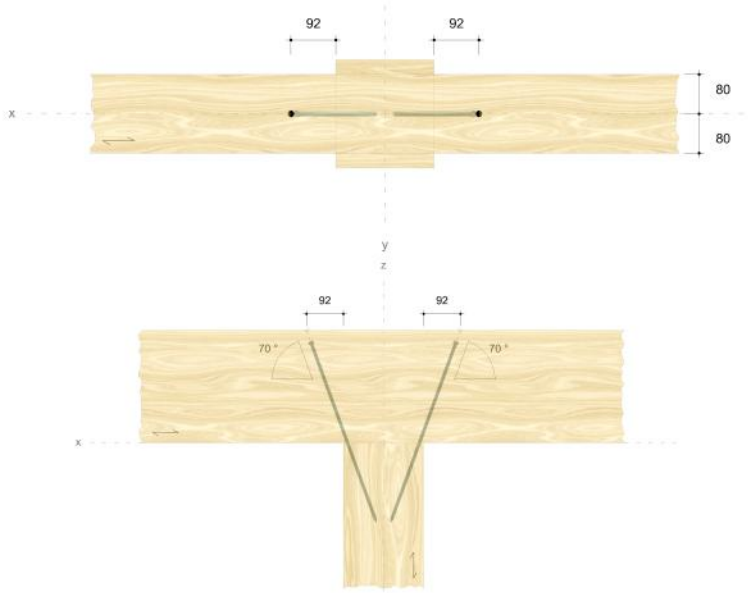


Montagedaten

Einschraubwinkel	70 °
Montagemaß	92 mm
Versenkmaß	30 mm

Abstände Hauptträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,y}$	30	80	ETA-11/0190
$a_{2,c,z}$	30	126	ETA-11/0190

Abstände Nebenträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,x}$	30	47	ETA-11/0190
$a_{2,c,y}$	30	110	ETA-11/0190
$a_{1,c,z}$	50	100	ETA-11/0190



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 23{,}00\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	82,63 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Hinweise

- Verbindliche Bemessung
- Die Schrauben dürfen nur für vorwiegend ruhende Belastungen verwendet werden.
- Ein Nachweis auf Querzug muss, insofern erforderlich, gesondert geführt werden.
- Bitte beachten Sie die Softwarenutzungsbedingungen insbesondere den §4.

Bemessung Achse 17/23

Die Zugkraft wird aufgeteilt auf die beiden Anschlüsse Stütze-Sparren, die auf Abscheren bemessen werden. Die Zwischenschicht wird berücksichtigt, ebenso das Versenkmaß der Verbindungsmittel.

V_d = 22,3/2 = **11,2 kN**

IX.3. D201-D214 Wände (OG+EG)

IX.3.1. D-201 Anschluss Randpfetten L = 3,75 m an Stützen Achsen A/C/1

B-E-13	GL24h, b/h = 22/24 cm
B-E-16	GL24h, b/h = 22/24 cm
B-E-54	GL24h, b/h = 22/22 cm
St-02	GL24h, b/h = 22/24 cm
Balkenträger	Knapp-Verbinder Ricon S 140/60 VS (o.glw.)
	HT: 8xVG Schrauben Ø8/80
	NT: 8xVG Schrauben Ø8/160
Brandschutz	F30

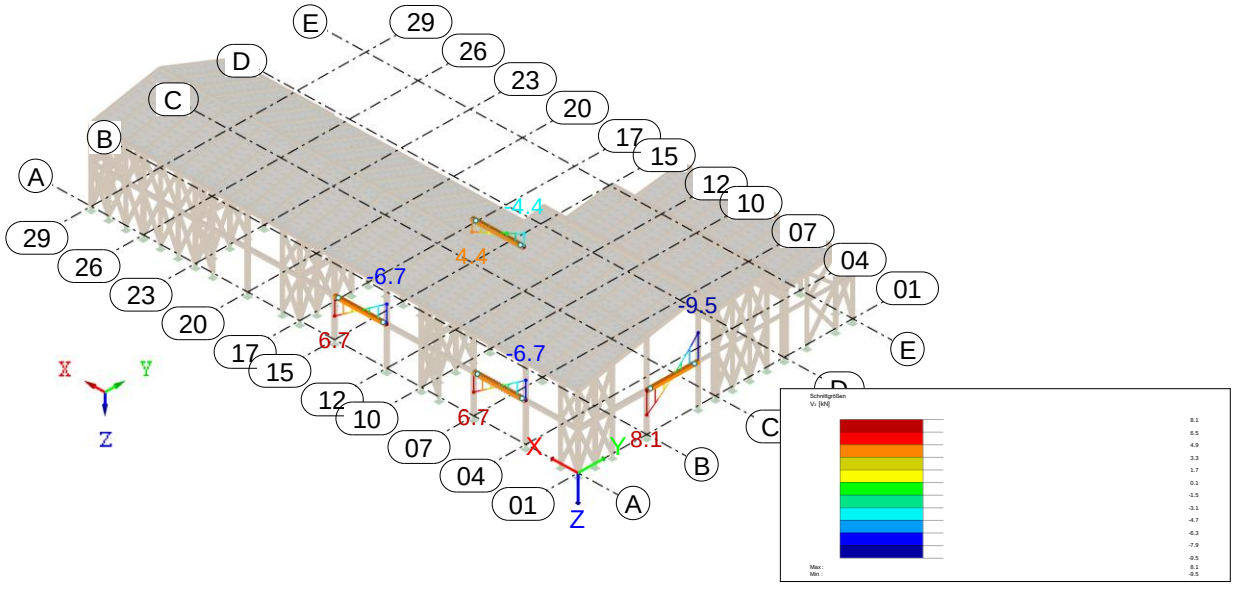
Vorbemerkung

-

Lasten

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

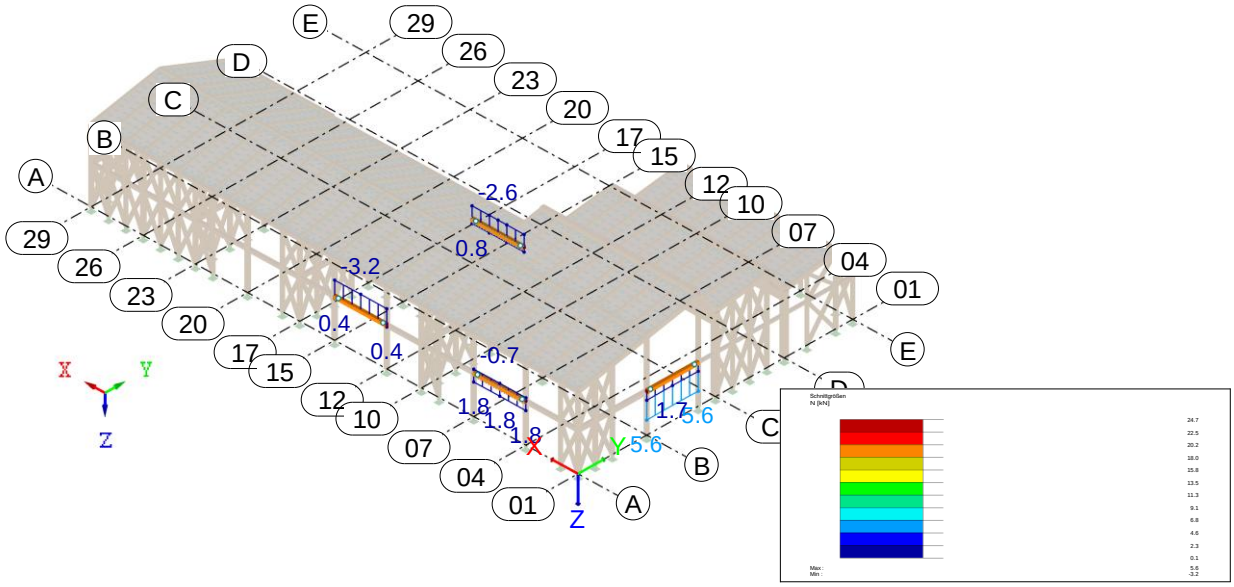
Isometrie



Stäbe Max V-z: 8.1, Min V-z: -9.5 [kN]

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Stäbe Max N: 5.6, Min N: -3.2 [kN]

$V_{z,d}$ = 9,5 kN

N_d = 5,6 kN

Nachweis

Mit Bemessungstabellen von Ricon.

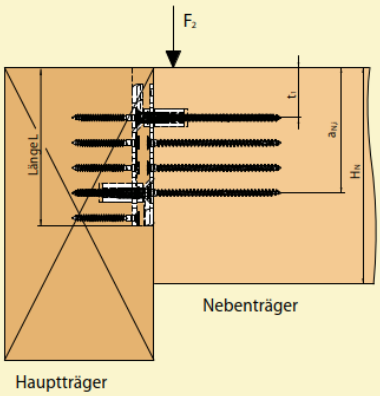
k_{mod} (KLED = kurz) = 0,9

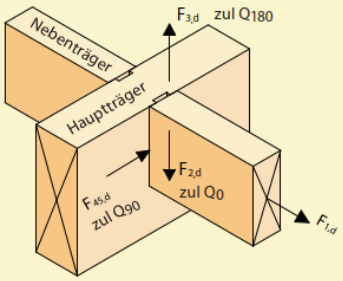
Einschubverbinder mit Sperrklappe – Bemessungstabelle:

Belastungswerte

Mindestquerschnitte ohne Querzugverstärkung

Ricon® S	Haupt-Nebenträgerverbindungen					
	Breite B_N	Höhe H_N	Abstand $a_{N,i}$	Abstand t_1	Länge L	Verhältnis $a_{N,i}/H_N$
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
140/60	100	160	115	55	155	0,72
170/60	100	200	140	50	180	0,70
200/60	100	240	170	50	210	0,71
230/60	100	280	200	50	240	0,71
200/80	120	220	170	50	210	0,77
230/80	120	260	205	55	245	0,79
260/80	120	280	230	50	270	0,82
290/80	120	320	265	55	305	0,83





Ricon® S	Kragen-bolzen	Schraubenanzahl HT 8x80	Schraubenanzahl NT 8x160	Holzart	Charakt. Werte $R_{1,k}$ [kN]	Charakt. Werte $R_{2,k}$ | $R_{45,k}$ [kN]	Bemessungswerte $R_{2,d}$ und $R_{45,d}$ [kN] k_{mod} [NKL 1+2] 0,6	0,7	0,8	0,9	$R_{3,d}$ [kN] Sperr-klappe
140/60	VK D12	8	8	GL24h (BS11)	13,0	34,0	18,8	22,0	25,1	28,2	15,5
	EK, GK M12	7	7		25,9	30,2	16,5	19,2	22,0	24,7	
170/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
200/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
230/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	

Vertikallast $V_{z,d,maxD}$ = 9,5 kN < $F_{2,d}$ = 28,2 kN ✓

Normalkraft N_d = 5,6 kN < $F_{1,d}$ = 13,0 kN*0,9/1,3 = 9,0 kN ✓

IX.3.2. **D-202 Direkte Lagerung Rähm B-1-06 AW Achse A auf St-01/02/03/04/07**

Analog zu D-102.

IX.3.3. **D-203 Direkte Lagerung Rähm B-1-08 auf Stützen Achse E**

Analog zu D-102.

IX.3.4. **D-205 B-E-12 Abfangträger nichttragende IW Achsen 10, 17, 23**

B-E-12	GL24h, b/h = 16/36 cm
St-04-A	GL24h, b/h = 22/22 cm
St-04-B	GL24h, b/h = 22/20
St-09	GL24h, b/h = 20/22 cm
St-13	GL24h, b/h = 22/20 cm
St-14	GL24h, b/h = 22/16 cm
VBM Achse C	3x ASSY plus VG 4 CSMP Ø 10x380 mm
Brandschutz	F30, Schrauben werden versenkt (30 mm), nachträgliche Verpfropfung
VBM Achse B	Knapp-Verbinder Ricon S 200/60 VS (o.glw.) mit Kragbolzen VK D12
	HT: 9xKnapp SK-Schrauben Ø8/80
	NT: 9xKnapp SK-Schrauben Ø8/160
Brandschutz	F30

Vorbemerkungen

Indirekter Anschluss des Trägers and die Stützen in Achse B (Ricon-Verbinder) und in Achse C (mit Schrauben):

- In Achse 10: An St-04-A (Achse B) und St-09 (Achse C)
- In Achse 17: An St-04-A (Achse B) und St-14 (Achse C)
- In Achse 23: An St-04-B (Achse B) und St-13 (Achse C)

Lasten

Achse C/B V_{Ed} = 26 kN

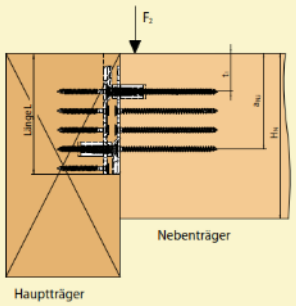
Bemessung

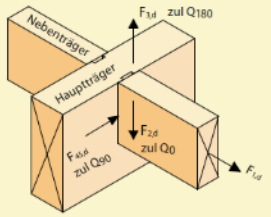
Anschluss Achse B

Belastungswerte

Mindestquerschnitte ohne Querzugverstärkung

Ricon® S	Haupt-Nebenträgerverbindungen					
	Breite B_N	Höhe H_N	Abstand $a_{N,i}$	Abstand t_1	Länge L	Verhältnis $a_{N,i}/H_N$
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
140/60	100	160	115	55	155	0,72
170/60	100	200	140	50	180	0,70
200/60	100	240	170	50	210	0,71
230/60	100	280	200	50	240	0,71
200/80	120	220	170	50	210	0,77
230/80	120	260	205	55	245	0,79
260/80	120	280	230	50	270	0,82
290/80	120	320	265	55	305	0,83





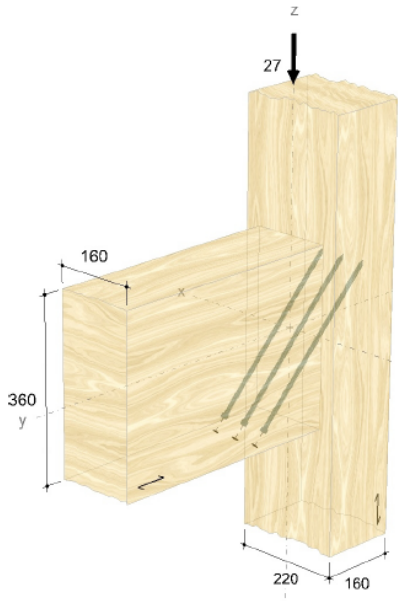
Ricon® S	Kragen-bolzen	Schraubenanzahl HT 8x80	Schraubenanzahl NT 8x160	Holzart	Charakt. Werte $R_{1,k}$ [kN]	Charakt. Werte $R_{2,k}$ | $R_{45,k}$ [kN]	Bemessungswerte $R_{2,d}$ und $R_{45,d}$ [kN] k_{mod} [NKL 1+2] 0,6	0,7	0,8	0,9	$R_{3,d}$ [kN] Sperr-klappe
140/60	VK D12	8	8	GL24h (BS11)	13,0	34,0	18,8	22,0	25,1	28,2	15,5
	EK, GK M12	7	7		25,9	30,2	16,5	19,2	22,0	24,7	
170/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
200/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
230/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	

Nachweis η = 26 kN / 28,2 kN= 92 % ✓

Anschluss Achse C

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**3 x ASSY® plus VG 4 CH Ø10 x 380 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 010 380 (VE 50 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 22.01.2026
System	Anschlusstyp Stütze
Hauptträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 160 mm | Höhe = 220 mm
Nebenträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 160 mm | Höhe = 360 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 27,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz / sehr kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Hauptträger nicht vorgebohrt
	Nebenträger nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

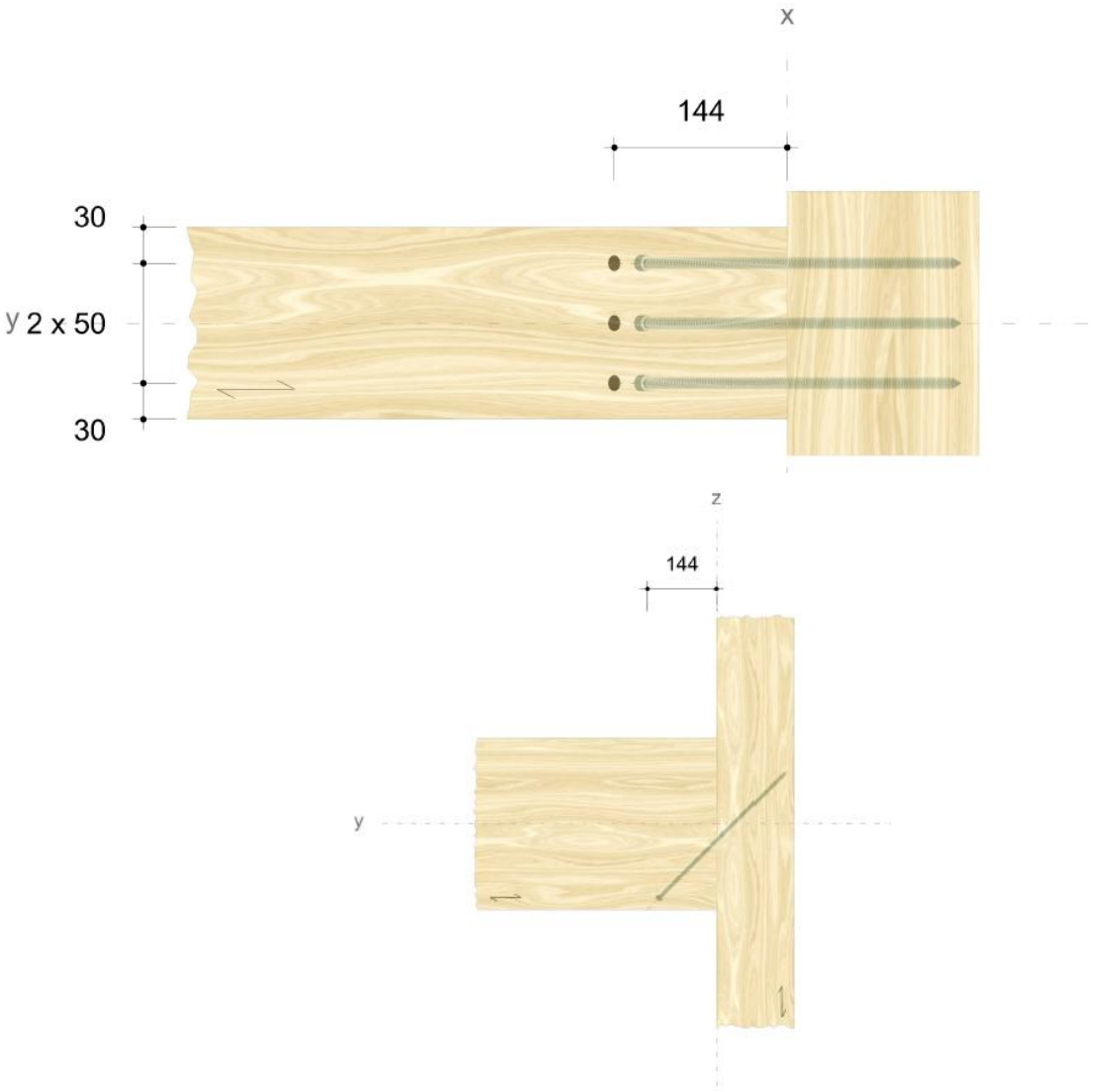


Montagedaten

Einschraubwinkel am Nebenträger	45 °
Montagemaß Nebenträger	144 mm
Versenkmaß Nebenträger	30 mm

Abstände Hauptträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,y,1}$	30	73	ETA-11/0190
$a_{2,c,y,2}$	30	87	ETA-11/0190
$a_{2,c,x,1}$	30	60	ETA-11/0190
$a_{2,c,x,2}$	30	60	ETA-11/0190
a_2	25	50	ETA-11/0190

Abstände Nebenträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	50	62	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	30	30	ETA-11/0190
a_2	25	50	ETA-11/0190



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2026-01-22)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 27{,}00\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	91,31 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.3.5. **D-206 B-E-13 Mittelbalken Achse C**

B-E-13	GL24h, b/h = 22/30 cm
St-13	Gl24h, b/h = 22/22 cm
St-14	GL24h, b/h = 22/16 cm
Verbindung	Konstruktiver Anschluss mit VG-Schrauben
	Simpson Strong Tie Balkenträgern BTN200-B (o. glw.)
	Vernagelung mit 18x CNA 4,0x50, 5x SDü ⌀12x 160 mm
Brandschutz	F30, Versenkmaß 30 mm und nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkungen

Die kürzeren Träger werden konstruktiv mit VG-Schrauben angeschlossen. Die beiden längeren Träger mit Balkenträgern, um die Montage zu erleichtern.

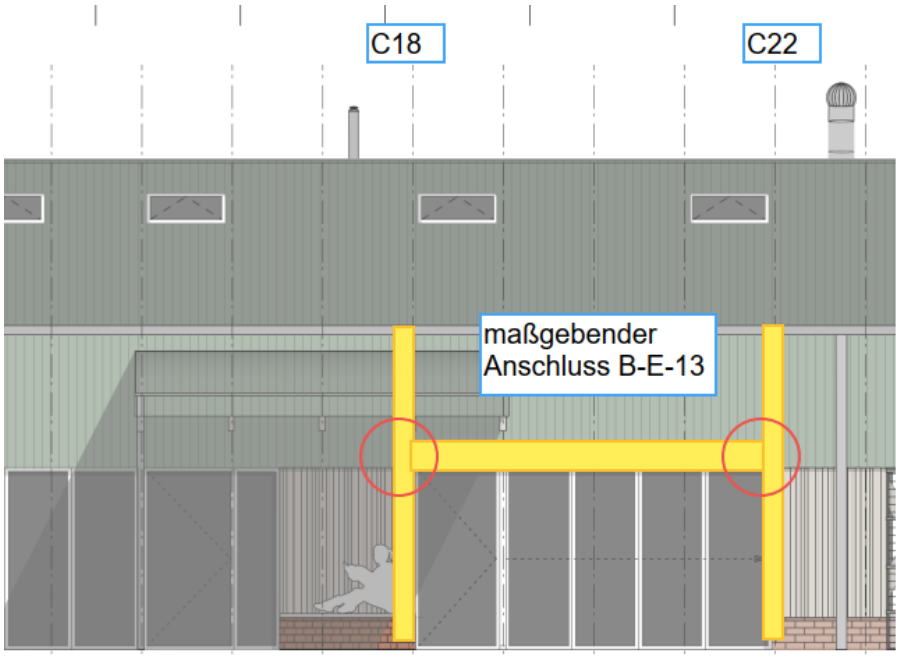
Lasten

Maßgebend wird der indirekte Anschluss des längsten Einfeldträgers zwischen den Achsen 18 und 22 mit L = 5,0 m.

V_{Ed} = 6 kN (Aus RFEM-Modell)

In horizontaler Richtung werden zusätzlich Windlasten berücksichtigt:

H_{Ed} = 1,5*3,53 kN = 5,3 kN



In B-E-13 (Achsen 18-22):
(1,5 m+***1,0***2,7 m)*0,5 = 2,1 m
w_k = 1,41 kN/m
Länge: 5,0 m

Auflagerreaktionen char. horizontal
H_k = 5 m*0,5*1,41 kN/m **= 3,53 kN**

Bemessung

Vertikal:

NKL 1, KLED: mittel→ k_{mod} = 0,8

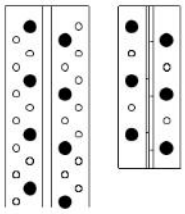
Balkenträger – **BTN / BT4 / BT / BTALU**

Strong-Tie

Charakteristische Werte der Tragfähigkeit

Tabelle 5

Holzbreite NT [1] / Anzahl SD	Charakteristische Werte der Tragfähigkeit $R_{1,k}$ - Anschluss zweireihig an Stütze - CNA4,0x50 - SD Ø12 mm											
	80		100		120		140		160		180	
	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]
3	6	13,0	6	13,3	6	13,3	6	13,3	6	13,3	6	13,3
	24	32,2	26	34,5	26	37,7	28	41,1	30	45,0	30	48,7
4	8	17,7	8	17,7	8	17,7	8	17,7	8	17,7	8	17,7
	28	43,0	30	46,1	30	49,4	30	51,8	30	53,9	30	55,3
5	10	22,2	10	22,2	10	22,2	10	22,2	10	22,2	10	22,2
	30	51,5	30	53,3	30	55,5	30	57,7	30	59,7	30	60,6
6	12	26,6	12	26,6	12	26,6	12	26,6	12	26,6	12	26,6
	30	56,6	30	58,4	30	60,6	30	62,8	30	64,6	30	65,0
7	22	48,6	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	61,1	30	62,9	30	64,9	30	66,2	30	66,5	30	66,5
8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	64,9	30	66,1	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
9	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
10	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
11	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
12	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5



[1] Holzbreite = Länge der Stabdübel; SD = Stabdübel; NT = Nebenträger; n_N = Anzahl der Nägel im Hauptträger
Bei nach oben gerichteten Lasten, müssen bei Balkenträgern mit oben offener Bohrung ein SD weniger in Ansatz gebracht werden.

$R_{1,d}$ = 13,3 kN/1,3 *0,8 = 8,18 kN > 6 kN → Nachweis erfüllt.

Horizontal:

NKL1, KLED kurz/sehr kurz → k_{mod} = 1,0

$R_{3,d}$ = 8,3 kN/1,3 *1,0 = 6,38 kN > 5,3 kN → Nachweis erfüllt.

Balkenträger – **BTN / BT4 / BT / BTALU**

Charakteristische Werte der Tragfähigkeit

Tabelle 7

Art. Nr.	Charakteristische Werte der Tragfähigkeit $R_{3,k}$ - Anschluss an Balken mit CNA4,0x50 mit Verstärkungsschrauben [1]									
	Anzahl		Nebenträger	Nebenträgerbreite						
	SD	CNA	b / h [mm]	60	80	100	120	140	160	180
BTN90-B	4	8	... / 100	1,9	3,7	4,7	5,7	5,7	5,7	5,7
BTN120-B	3	10	... / 160	2,0	3,1	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
BTN160	4	14	... / 200	2,7	4,2	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
BTN200-B	5	18	... / 240	3,3	4,7	7,3	8,3	8,3	8,3	8,3

IX.3.6. **D-207 B-1-14 Rähm Achse C**

B-1-14	GL24h, b/h = 22/22 cm
St-10	GL24h, b/h = 30/40 cm
St-13	GL24h, b/h = 22/20 cm
St-14	GL24h, b/h = 22/16 cm
VBM	Würth Balkenträger ETA-09/0105 (o. glw.) 0681 350 120/160, h = 120/160 mm, Vollausnagelung mit Kammnägeln 4x40 mm, 3x SDü Ø12x160 mm
Brandschutz	F30, Versenkmaß 30 mm und nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkung

Die beiden längsten Träger werden mit Würth Balkenträgern h = 160 mm angeschlossen, für die anderen Träger ist h = 120 mm ausreichend.

Lasten

Träger Achse 12-15 und 18-22: $V_{z,Ed}$ = **13,1 kN**
Übrige Träger $V_{z,Ed}$ = **4,8 kN**

Bemessung

Charakteristische Tragfähigkeiten Würth Balkenträger, Vollholz C24 nach DIN 380 (ρ_k = 350 kg/m³), Nebenträgerbreite 100mm

Art.-Nr.	Balkenträger-höhe in mm	Vollausnagelung mit Würth Kamm-/Ankernägeln*				Mindestbreite/ -höhe in mm
		$F_{z,down,Rk}$		$F_{z,up,Rk}$		
		4 x 40mm	4 x 60mm	4 x 40mm	4 x 60mm	
0681 350 90	90	3,57	5,79	4,63	7,4	100/130 (100)
0681 350 120	120	12,03	17,2	7,7	11,23	100/160
0681 350 160	160	19,23	26,46	13,63	20,42	100/200
0681 350 200	200	26,47	35,61	20,3	29,48	100/240
0681 350 240	240	33,65	44,65	27,36	38,76	100/280

NKL 1, KLED: kurz → k_{mod} = 0,9

Träger Achse 12-15 und 18-22: $F_{z,down,Rd}$ = 19,23 kN *0,9/1,3 = 13,31 kN > 13,1 kN = V_{Ed} → Nachweis erfüllt. μ = 0,98
Übrige Träger $F_{z,down,Rd}$ = 12,03 kN *0,9/1,3 = 8,33 kN > 4,8 kN = V_{Ed} → Nachweis erfüllt. μ = 0,58

IX.3.7. **D-208 B-E-15-A und B-E-15-B Mittelbalken Achse 1 und 10**

B-E-15-A	C24 b/h = 22/12 cm
B-E-15-B	C24 b/h = 16/12 cm
St-09	GL24h, b/h = 20/22 cm
St-10	GL24h, b/h = 30/40 cm
St-12	GL24h, b/h = 16/22 cm
VBM	2x ASSY plus VG 4 CH Ø6x220 mm
Brandschutz	F30, Versenkmaß 30 mm und nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkung

Indirekte Lagerung an Stützen

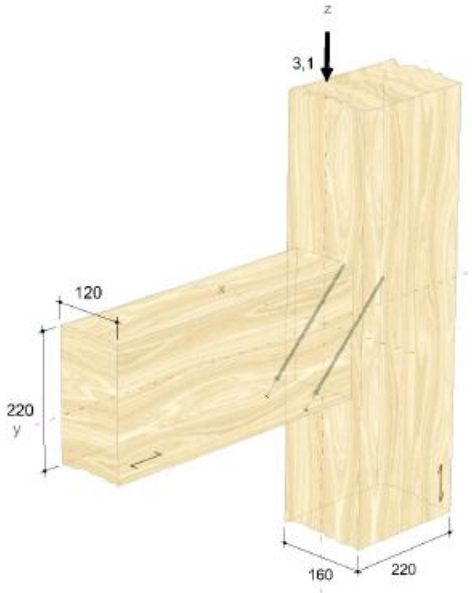
Lasten

$V_{z,Ed}$ = 3,1 kN

Bemessung

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CH Ø6 x 220 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 006 220 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Anschlusstyp Stütze
Hauptträger	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 220 mm | Höhe = 160 mm
Nebenträger	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 120 mm | Höhe = 220 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 3,10 kN | Lasteinwirkungsdauer = mittel
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Hauptträger nicht vorgebohrt
	Nebenträger nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

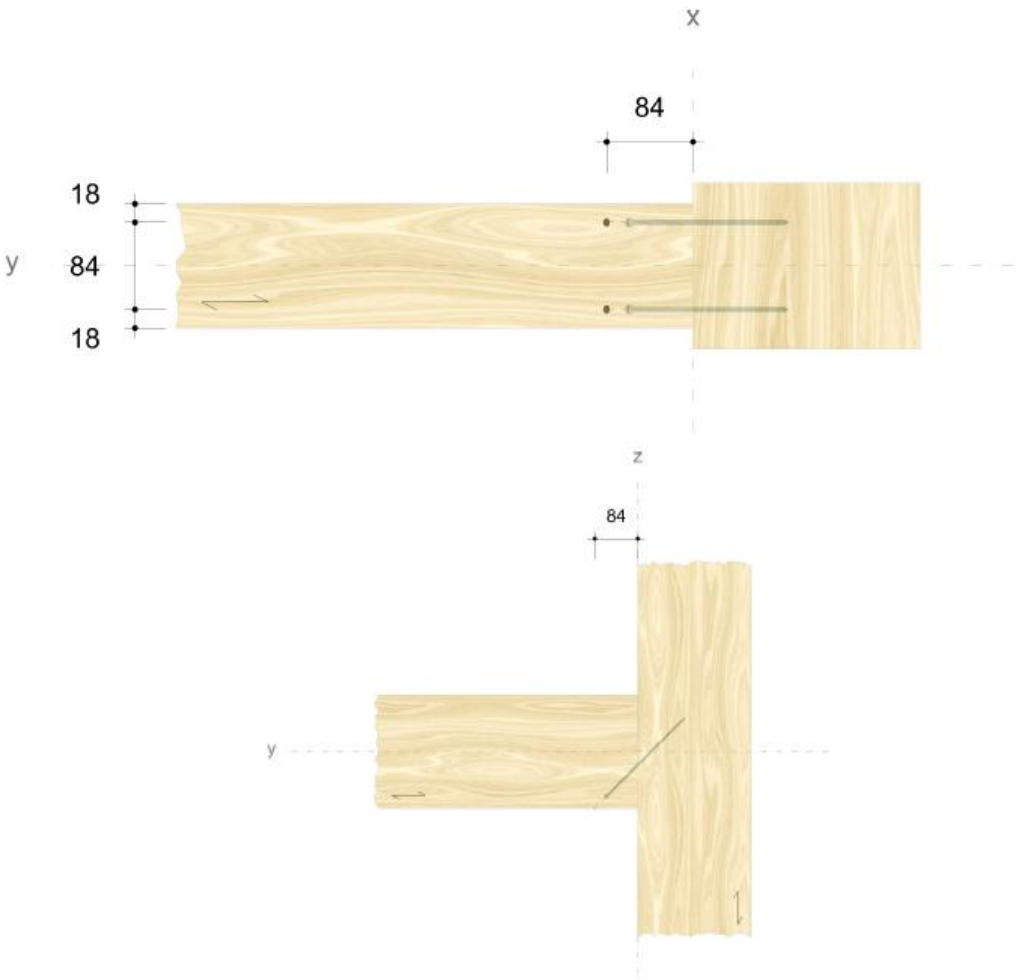


Montagedaten

Einschraubwinkel am Nebenträger	45 °
Montagemaß Nebenträger	84 mm
Versenkmaß Nebenträger	30 mm

Abstände Hauptträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,y,1}$	18	46	ETA-11/0190
$a_{2,c,y,2}$	18	174	ETA-11/0190
$a_{2,c,x,1}$	18	38	ETA-11/0190
$a_{2,c,x,2}$	18	38	ETA-11/0190
a_2	15	84	ETA-11/0190

Abstände Nebenträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	30	31	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	18	18	ETA-11/0190
a_2	15	84	ETA-11/0190



Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 3{,}10\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	77,38 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

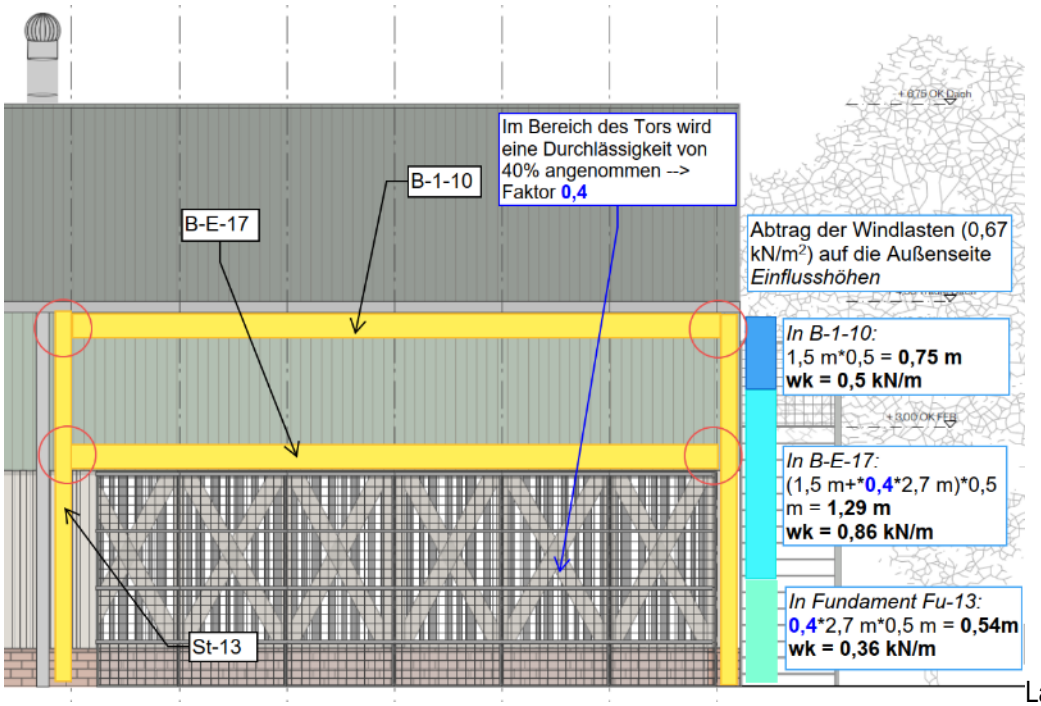
IX.3.8. **D-209 B-E-17 Abfangträger Tor Freilager EG**

B-E-17	GL24h b/h = 22/32 cm
St-13	GL24h, b/h = 22/22 cm
VBM	Simpson Strong Tie BTN160 (o. glw.) mit 4xSDü Ø12x160 mm, Vernagelung mit 14xCNA4,0x50 mm an der Stütze,
Brandschutz	F30, Versenkmaß 30 mm auf jeder Seite, nachträgliche Verpfropfung der Stabdübellöcher

Vorbemerkung

Indirekte Lagerung des Trägers an Stützen. Im Gesamtmodell wurde der Träger nicht für den Abtrag von Windlasten bemessen. Dies wird nachträglich in FRILO nachgewiesen. Mit den Auflagerlasten werden die Balkenträger bemessen

Lastansatz Wind auf Außenwand Freilager Achse C/23-29



Lasten auf den Träger:

Eigengewicht	programmintern berücksichtigt.
Fassade	$g_{Ausbau,k}$ = 0,9 kN/m
Windlast	w_k = 0,75 m*0,67kN/m²+0,4*1,35 m*0,67 kN/m² = 0,86 kNm

Bemessung B-E-17 mit Windlasten in FRILO

Position: HTM+-001 B-E-17

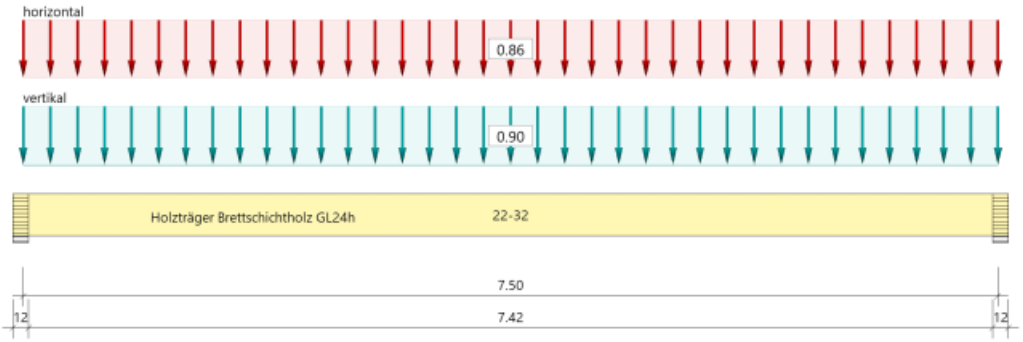
Mehrfeldträger Holz (x64) HTM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P07)

Grundparameter

Holzträger 2-achsig Brettschichtholz GL24h (flachkant) DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

System

Systembild



Material

Brettschichtholz GL24h (flachkant), gemäß EN 14080:2013

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm²]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm²]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm²]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm²]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm²]	G_{mean} G_{05} [N/mm²]	ρ_k ρ_m [kg/m³]
24.00	19.20	0.50	11500	300	650	385
3.50	24.00	2.50	9600	250	540	420

$f_{m,k}$: 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 [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
22-32	60075	28395	3755	2581	704.0

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	k_{c90}	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	12.0	12.0	1.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.50	12.0	12.0	1.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt	Phi
System	1	GL		7.50		0.90		Nein	ständig			
	2	GL		7.50		0.86		Ja	Wind			90.00

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 = 222 kg mit Gamma = 4.20 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$	KLED
ständig				1.00	1.35	
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50	kurz/sehr kurz

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

Ergebnisse

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 ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
KLED bei Wind	:	Mittelwert aus kurz und sehr kurz

Nutzungsklasse		2 :	überdacht, offen
Schubspannungen		=	Tau mit red. Q
Anfangsdurchbiegung	w_{inst}	=	l/300
Enddurchbiegung	$w_{net,fin}$	=	l/300
	w_{fin}	=	l/200

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Biegung}$	η_{Schub}	$\eta_{c,90}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.27	0.11	-	0.27	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch					0.51

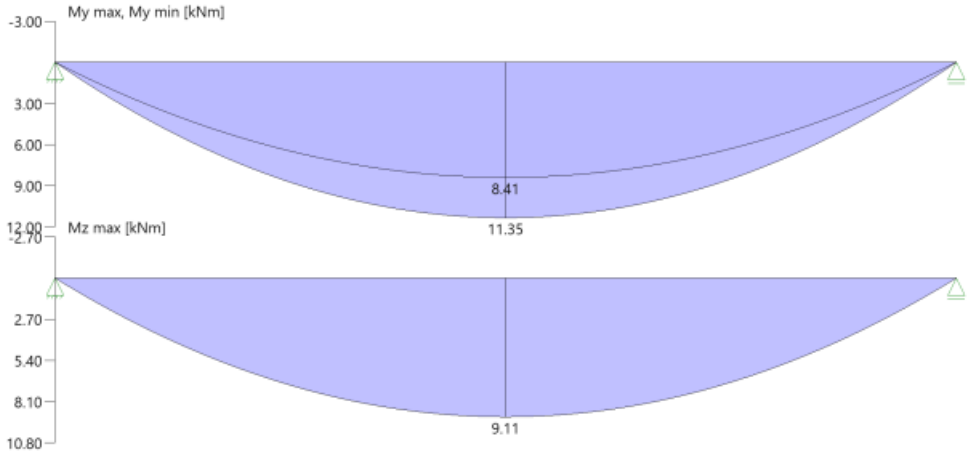
Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	η_{Schub}	$\eta_{Biegung}$	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	22-32	-6.1	11.35	-4.9	-9.11	0.11	0.27	0.27

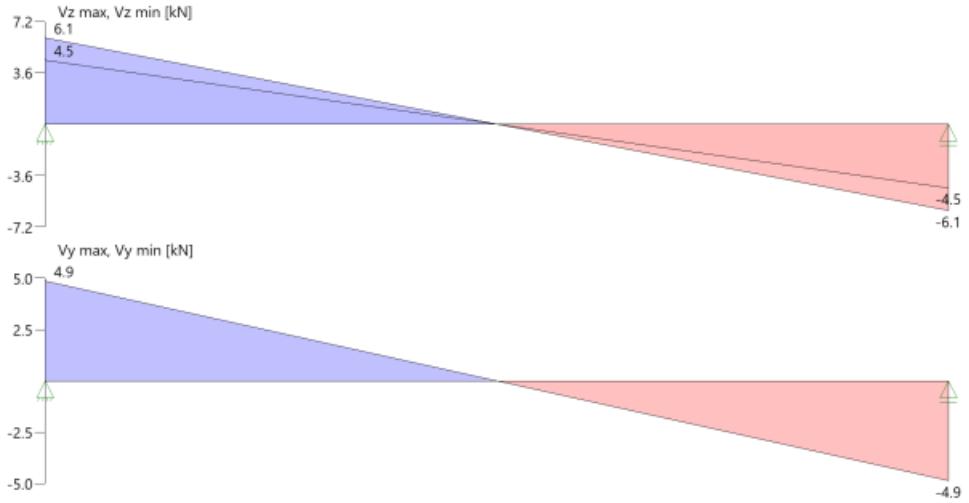
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Auflagerkräfte

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]	$R_{y,min}$ [kN/m]	$R_{y,max}$ [kN/m]	$M_{z,min}$ [kNm/m]	$M_{z,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig Windlasten	4.48	4.48				3.24		
2	7.50	ständig Windlasten	4.48	4.48				3.24		

Bemessung Verbindungsmittel (Einschubträger)

Horizontallasten (Wind) NKL 2, KLED: kurz/sehr kurz → k_{mod} = 1,0

Vertikallasten NKL 2, KLED: ständig → k_{mod} = 0,6

Auflagerkräfte

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]	$R_{y,min}$ [kN/m]	$R_{y,max}$ [kN/m]	$M_{z,min}$ [kNm/m]	$M_{z,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig Windlasten	4.48	4.48				3.24		
2	7.50	ständig Windlasten	4.48	4.48				3.24		

$V_{z,d}$ = 1,35*4,48 kN = **6,05 kN**
$V_{h,d}$ = 1,5*3,24 kN = **4,86 kN**

Gewähltes Verbindungsmittel:
BTN160: 4 Stabdübel; Nebenträgerbreite d.h. hier Stabdübellänge 160 mm, 14xCNA4,0x50 mm

Vertikal

Balkenträger – **BTN / BT4 / BT / BTALU**

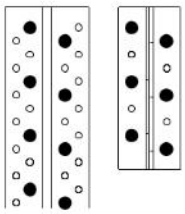
Strong-Tie

Charakteristische Werte der Tragfähigkeit

Tabelle 5

Holzbreite NT [1] / Anzahl SD	Charakteristische Werte der Tragfähigkeit $R_{1,k}$ - Anschluss zweireihig an Stütze - CNA4,0x50 - SD Ø12 mm											
	80		100		120		140		160		180	
	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]
3	6	13,0	6	13,3	6	13,3	6	13,3	6	13,3	6	13,3
	24	32,2	26	34,5	26	37,7	28	41,1	30	45,0	30	48,7
4	8	17,7	8	17,7	8	17,7	8	17,7	8	17,7	8	17,7
	28	43,0	30	46,1	30	49,4	30	51,8	30	53,9	30	55,3
5	10	22,2	10	22,2	10	22,2	10	22,2	10	22,2	10	22,2
	30	51,5	30	53,3	30	55,5	30	57,7	30	59,7	30	60,6
6	12	26,6	12	26,6	12	26,6	12	26,6	12	26,6	12	26,6
	30	56,6	30	58,4	30	60,6	30	62,8	30	64,6	30	65,0
7	22	48,6	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	61,1	30	62,9	30	64,9	30	66,2	30	66,5	30	66,5
8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	64,9	30	66,1	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
9	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
10	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
11	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
12	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5

[1] Holzbreite = Länge der Stabdübel; SD = Stabdübel; NT = Nebenträger; n_N = Anzahl der Nägel im Hauptträger
Bei nach oben gerichteten Lasten, müssen bei Balkenträgern mit oben offener Bohrung ein SD weniger in Ansatz gebracht werden.



$R_{1,k}$ = 17,7 kN
$R_{1,d}$ = 17,7 kN*0,6/1,3 = **8,17 kN > 6,05 kN OK.**

Horizontal

Balkenträger – **BTN / BT4 / BT / BTALU**

Charakteristische Werte der Tragfähigkeit

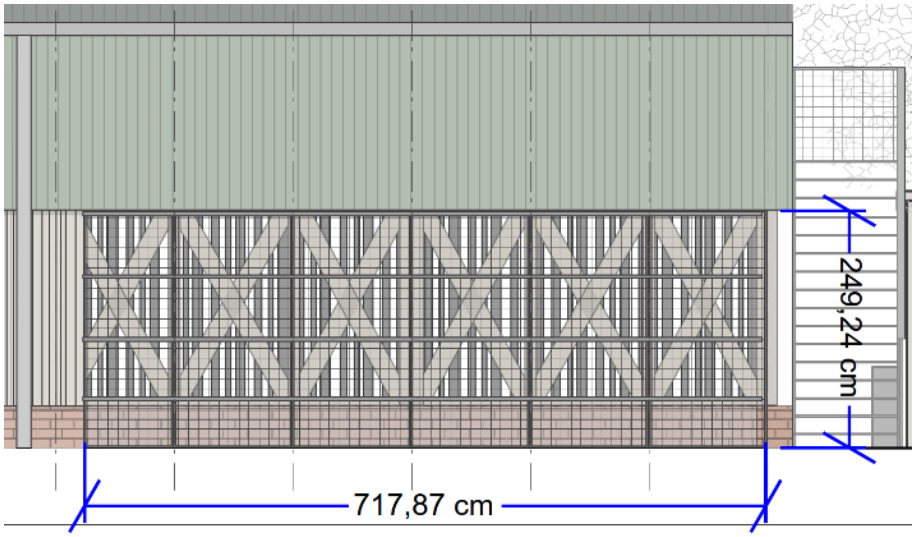
Tabelle 7

Art. Nr.	Charakteristische Werte der Tragfähigkeit $R_{3,k}$ - Anschluss an Balken mit CNA4,0x50 mit Verstärkungsschrauben [1]									
	Anzahl		Nebenträger	Nebenträgerbreite						
	SD	CNA	b / h [mm]	60	80	100	120	140	160	180
BTN90-B	4	8	... / 100	1,9	3,7	4,7	5,7	5,7	5,7	5,7
BTN120-B	3	10	... / 160	2,0	3,1	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
BTN160	4	14	... / 200	2,7	4,2	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

$R_{3,k}$ = 6,5 kN
$R_{3,d}$ = 6,5 kN*1,0/1,3 = **5 kN > 4,86 kN OK.**

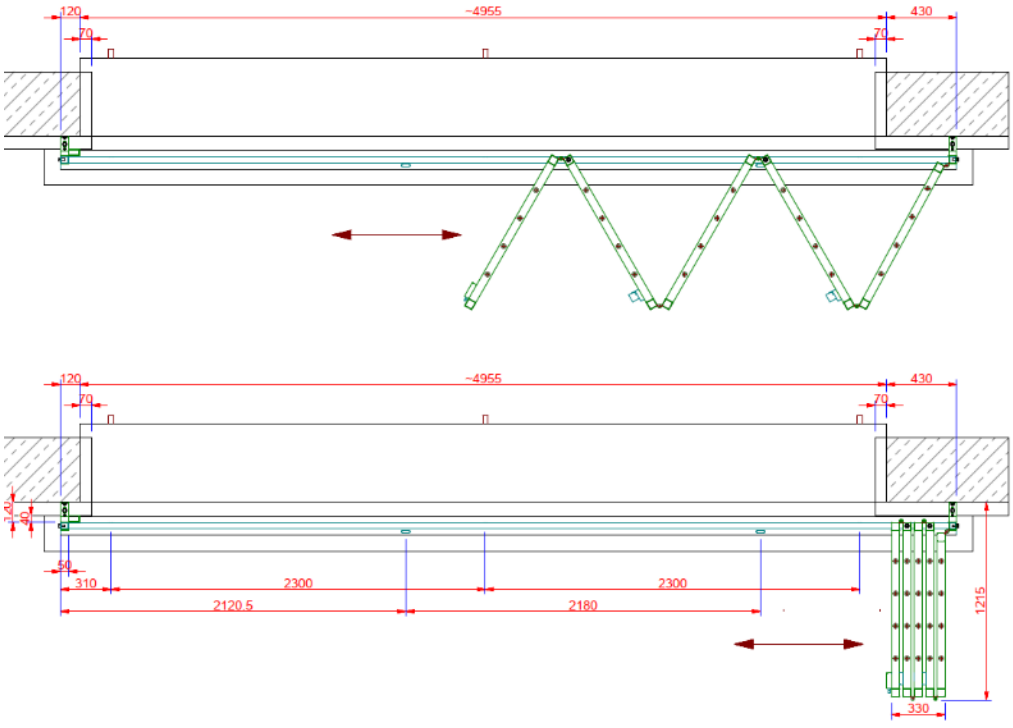
Hinweis zum geplanten Falttor

Für die Einfahrt ins Freilager wurde ein Falttor geplant s. Auszug Plan ‚Ansichten' von den Architekten:



Anprall auf das Tor und die Übertragung auf die angeschlossenen Holzbauteile wird vernachlässigt. Es wird davon ausgegangen, dass sich das Tor unter Anpralleinwirkung ‚weich' verhält und verformt, sodass keine Schädigung des Holztragwerks zu erwarten ist.

Klappmechanismus, konzeptuell (Referenz aus anderem Projekt von den Architekten), Bemaßung nicht entsprechend des Projekts:



Das letzte Glied des Klapptors ist konstruktiv an der Randstütze St-13 befestigt, die anderen Elemente schließen gelenkig an das letzte Glied an. Boden- und kopfseitig ist jeweils eine Führungsschiene vorgesehen, die jedoch keine tragende Funktion erfüllt. Die Bodenschiene kann entweder in die Bodenplatte eingelassen oder nachträglich montiert werden. Die Kopfschiene wird konstruktiv am Holzbalkenträger befestigt. Die Lasten aus dem Tor werden als Drucklasten direkt in die Bodenplatte eingeleitet.

Die Breite der Öffnung beträgt ca. 7,2 m und es wird davon ausgegangen, dass die Hälfte des Tors zu jeder Seite aufgefaltet werden kann.

Es sind je Torseite 4 Anschlusspunkte über die Höhe der Holzstütze vorgesehen.

Die Verdrehung des Balkenträgers wird durch die Befestigung der Schiene mittig an der Balkenunterseite sichergestellt.

Lasten

Höhe Tor h_{Tor} = 2,5 m
Länge Tor gesamt L_{ges} = 7,2 m

Eigengewicht wird angenommen zu 1,0 kN/$m_{Länge}$*$m_{Höhe}$:

g_k = 2,5 m*1,0 kN/m*m = 2,5 kN/m

g_d = 2,5 kN/m*1,35 = 3,38 kN/m

NKL2, KLED ständig → k_{mod} = 0,8

Lasteinzugsbreite: 3,6 m

Maximale, zusätzliche vertikale Last auf die Randstützen:
$G_{d,max}$ = 7,2 m/2*3,38 kN/m = **12,17 kN**

Annahme, dass Befestigung statisch ausschließlich wirksam an den Stützen ist:
Maximale Momentenbeanspruchung auf die Randstützen (im geschlossenen Zustand):
$M_{d,max}$ = $G_{d,max}$*3,6 m/2 = 12,17 kN*1,8 m = **21,91 kNm**

Aufteilung auf 4 Schraubverbindungen:

→ $V_{zd,eff}$ = 12,17 kN/4 = 3,0 kN
→ $M_{d,eff}$ = 22 kNm/4 = 5,5 kNm

Bemessung

Hinweis: Wenn davon ausgegangen wird, dass Tor zusammengefaltet auf der Bodenplatte aufsteht, ist die resultierende Belastung auf die unbewehrte Bodenplatte mit 12,17 kN kleiner als die maximalen Radlasten, für die die Bodenplatte ausgelegt ist.

IX.3.9. **D-210 B-1-10 Abfangträger Tor Freilager 1. OG**

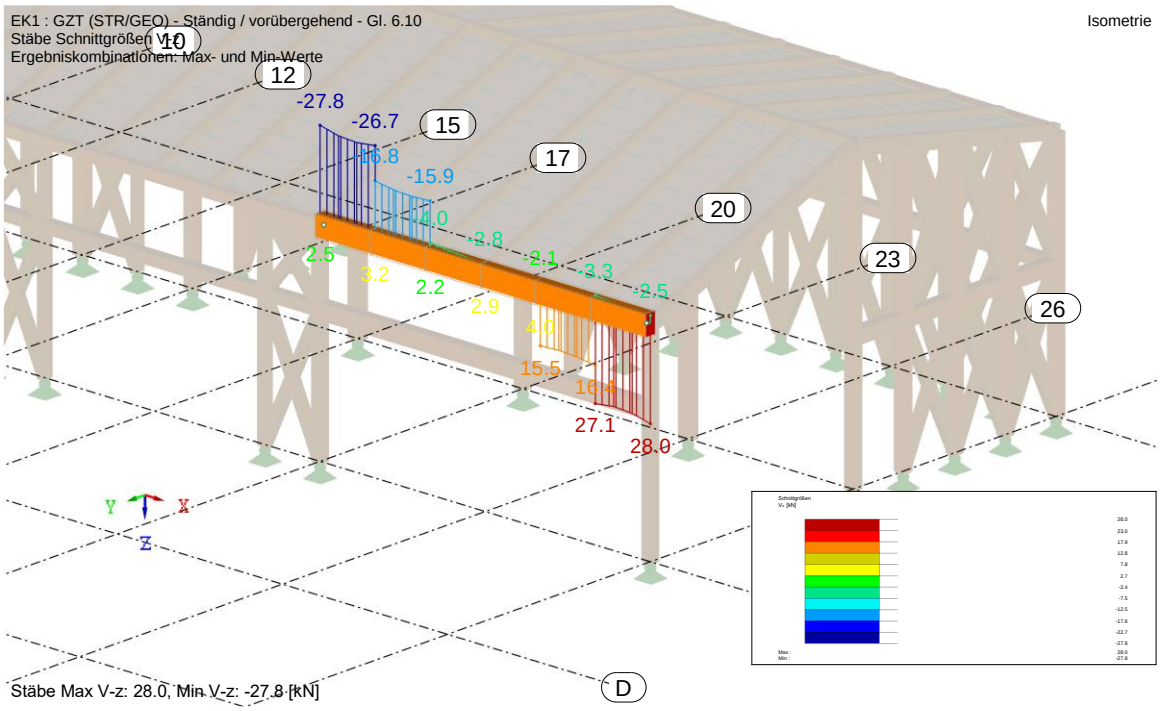
B-1-10	GL24h b/h = 22/40 cm
St-13	GL24h, b/h = 22/22 cm
VBM	Simpson Strong Tie BTN160 (o. glw.) mit 4xSDü Ø12x160 mm, Vernagelung mit 30xCNA4,0x50 mm an der Stütze St-13,
Brandschutz	F30, nachträgliche Verpfropfung der Stabdübellöcher 30 mm auf jeder Seite

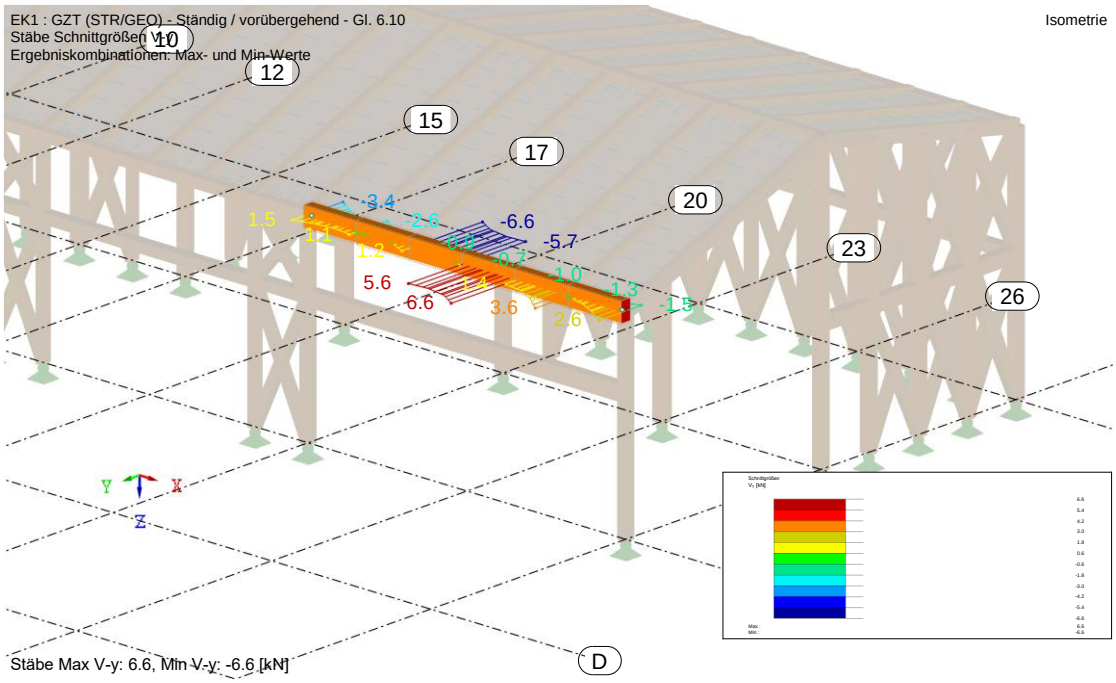
Vorbemerkung

Erläuterung Windlastansatz s. vorhergehendes Detail. RFEM-Modell: Gesamte Windlasten auf die Fassade wurden konservativ auf B-1-10 angesetzt. Die Verwendung der Designauflagerkräfte aus dem Gesamtmodell liegt auf der sicheren Seite für die Bemessung der Verbindungen.

Lasten

Aus RFEM-Modell.





$V_{z,d}$ = 28 kN

H_d = 1,5 kN

Bemessung

Verbindung

NKL2, KLED mittel → k_{mod} = 0,8

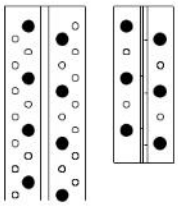
BTN200, 4xSdü

Balkenträger – **BTN / BT4 / BT / BTALU** Strong-Tie

Charakteristische Werte der Tragfähigkeit Tabelle 5

Holzbreite NT [1] / Anzahl SD	Charakteristische Werte der Tragfähigkeit $R_{1,k}$ - Anschluss zweireihig an Stütze - CNA4,0x50 - SD Ø12 mm											
	80		100		120		140		160		180	
	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]	n_N	[kN]
3	6	13,0	6	13,3	6	13,3	6	13,3	6	13,3	6	13,3
	24	32,2	26	34,5	26	37,7	28	41,1	30	45,0	30	48,7
4	8	17,7	8	17,7	8	17,7	8	17,7	8	17,7	8	17,7
	28	43,0	30	46,1	30	49,4	30	51,8	30	53,9	30	55,3
5	10	22,2	10	22,2	10	22,2	10	22,2	10	22,2	10	22,2
	30	51,5	30	53,3	30	55,5	30	57,7	30	59,7	30	60,6
6	12	26,6	12	26,6	12	26,6	12	26,6	12	26,6	12	26,6
	30	56,6	30	58,4	30	60,6	30	62,8	30	64,6	30	65,0
7	22	48,6	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	61,1	30	62,9	30	64,9	30	66,2	30	66,5	30	66,5
8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	64,9	30	66,1	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
9	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
10	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
11	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5
12	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8	22	48,8
	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5	30	66,5

[1] Holzbreite = Länge der Stabdübel; SD = Stabdübel; NT = Nebenträger; n_N = Anzahl der Nägel im Hauptträger
Bei nach oben gerichteten Lasten, müssen bei Balkenträgern mit oben offener Bohrung ein SD weniger in Ansatz gebracht werden.



$R_{1,k}$ = 53,9 kN

$R_{1,d}$ = 53,9 kN*0,8/1,3 = **33,17 kN > 28 kN OK.**

Nachweis in horizontaler Richtung s. B-E-17.

IX.3.10. **D-211 B-E-50 Hauptträger Geschossdecke Innenachsen 26, 20, 07, 04 und B-E-51 Hauptträger Geschossdecke Innenachsen 12, 15 an St-02-A**

B-E-50	GL24h, b/h = 26/56 cm, L = 5,0 m
St-01-B	GL24h, b/h = 22/24 cm
B-E-51	GL24h, b/h = 26/44 cm
St-02-B	GL24h, b/h = 22/24 cm
VBM	**2x RICON S 290/80 VS ST** (Standardverschraubung) nebeneinander, horizontaler Abstand untereinander von 30 mm HT: 25xSK Ø10/100 NT: 25x SK Ø10/200
Brandschutz	F30, seitliche Überdeckung von 3 cm eingehalten

Vorbemerkung

Indirekter Anschluss an Stütze.

Lasten

B-E-50

$V_{z,Ed}$ = 127 kN

B-E-51

Maßgebende Kombination für Bemessung der Tragfähigkeit

LK 2 1,35 LF1 + 1,5 LF2

extr p_{Ed} 79,98 kN

k_{mod} [-] 0,8 γ_M [-] 1,3

Bemessung

B-E-50: Erfolgte in LP4.

B-E-51

KNAPP®Verbinder	Min. Nebenträgerabmessungen [mm]	Charakteristische Werte [kN]	
		F2,KCC,RK	F2,RK
RICON® S 290/80 VS ST HT: 25xSK10x100 NT: 25xSK10x200	120/320	99,00	119,03

$F_{2,Rd}$ = 0,8/1,3*119,03 kN = 73,2 kN → 2 Stck.: $F_{2,Rd,tot}$ = **146,5 kN > Vz,Ed = 127 kN**

IX.3.11. **D-212 Auflager Geschossdecke über EG an Hauptträger (Regelfall)**

B-E-53	GL24h, b/h = 18/22 cm	(Nebenträger)
B-E-50	GL24h, b/h = 26/56 cm	(Hauptträger)
B-E-51	Gl24h, b/h = 26/44 cm	(Hauptträger)
Verbindung	RICON S140/60 gem. ETA 10/0189 o.glw.	
	Kragenbolzen: VK D12	
	Hauptträger: 8xKnapp SK-Schrauben Ø8x80 mm	
	Nebenträger: 8xKnapp SK-Schrauben Ø8x160 mm	
Brandschutz	F30	

Vorbemerkung

Lasten

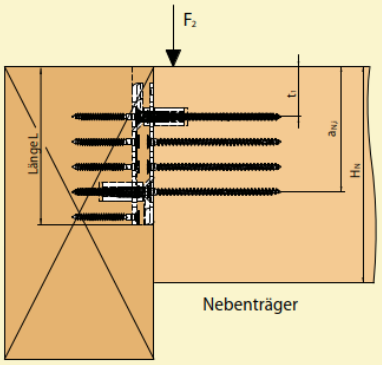
$V_{z,Ed}$ = 16 kN k_{mod} [-] = 0,7 γ_M [-] = 1,3

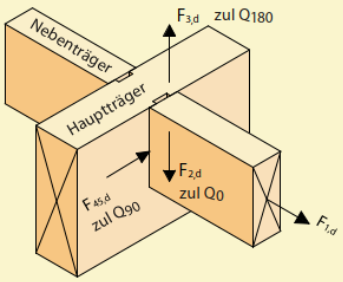
Bemessung

Belastungswerte

Mindestquerschnitte ohne Querzugverstärkung

Ricon® S	Haupt-Nebenträgerverbindungen					
	Breite B_N	Höhe H_N	Abstand $a_{N,i}$	Abstand t_1	Länge L	Verhältnis $a_{N,i}/H_N$
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
140/60	100	160	115	55	155	0,72
170/60	100	200	140	50	180	0,70
200/60	100	240	170	50	210	0,71
230/60	100	280	200	50	240	0,71
200/80	120	220	170	50	210	0,77
230/80	120	260	205	55	245	0,79
260/80	120	280	230	50	270	0,82
290/80	120	320	265	55	305	0,83





Ricon® S	Kragen-bolzen	Schraubenanzahl HT 8x80	Schraubenanzahl NT 8x160	Holzart	Charakt. Werte $R_{1,k}$ [kN]	Charakt. Werte $R_{2,k}$ | $R_{45,k}$ [kN]	Bemessungswerte $R_{2,d}$ und $R_{45,d}$ [kN] k_{mod} [NKL 1+2] 0,6	0,7	0,8	0,9	$R_{3,d}$ [kN] Sperr-klappe
140/60	VK D12	8	8	GL24h (BS11)	13,0	34,0	18,8	22,0	25,1	28,2	15,5
	EK, GK M12	7	7		25,9	30,2	16,5	19,2	22,0	24,7	
170/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
200/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
230/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	

Nachweis η = 16 kN / 22 kN = 72 %✓

IX.3.12. **D-213 Auflager Geschossdecke über EG an F90-Wand**

B-E-53	GL24h, b/h = 18/22 cm (Nebenträger)
B-E-52	GL24h, b/h = 22/28 cm (Hauptträger)
Verbindung	Knagge b/h/l = 8/10/18 cm, C24, HT: 10 x ASSY plus VG 4 CSMP Ø6x180 mm (o.glw.) NT: 2 x ASSY plus VG 4 CSMP Ø6x120 (konstruktive Lagesicherung) Auflagerverstärkung NT: 2 x ASSY plus VG 4 CSMP Ø8x140 mm
Brandschutz	F30, sichtige Schrauben werden versenkt (30 mm), nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkung

Mit Knagge entlang der Wand

Lasten

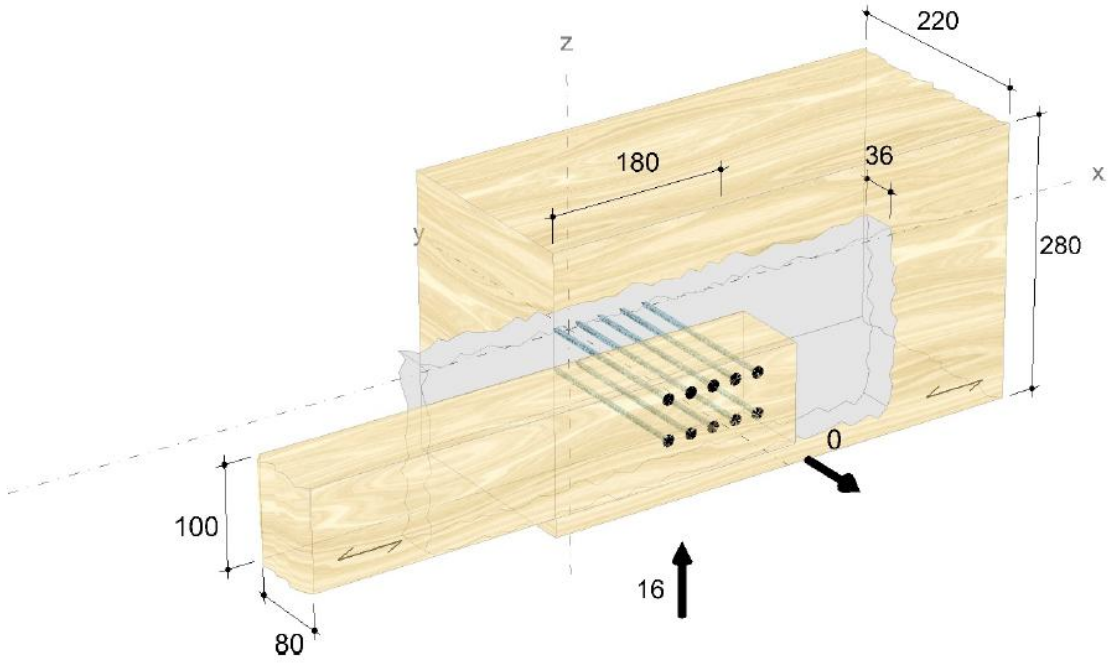
$V_{z,Ed}$ = 16 kN k_{mod} [-] = 0,7 γ_M [-] = 1,3

Bemessung

Knagge an Stütze

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**10 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø6 x 180 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 106 180 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 22.01.2026
System	Parallelanschluss
Träger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 220 mm | Höhe = 280 mm
Laschen	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	einseitig
	Breite = 80 mm | Höhe = 100 mm | Überlappung = 180 mm
Zwischenschicht	verschieblich
	Gipsfaserplatten (ETA-03/0050)
	Dicke = 36 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,d}$ = 16,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = lang
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Laschen nicht vorgebohrt
	Träger nicht vorgebohrt
	90 ° | bündig Träger
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

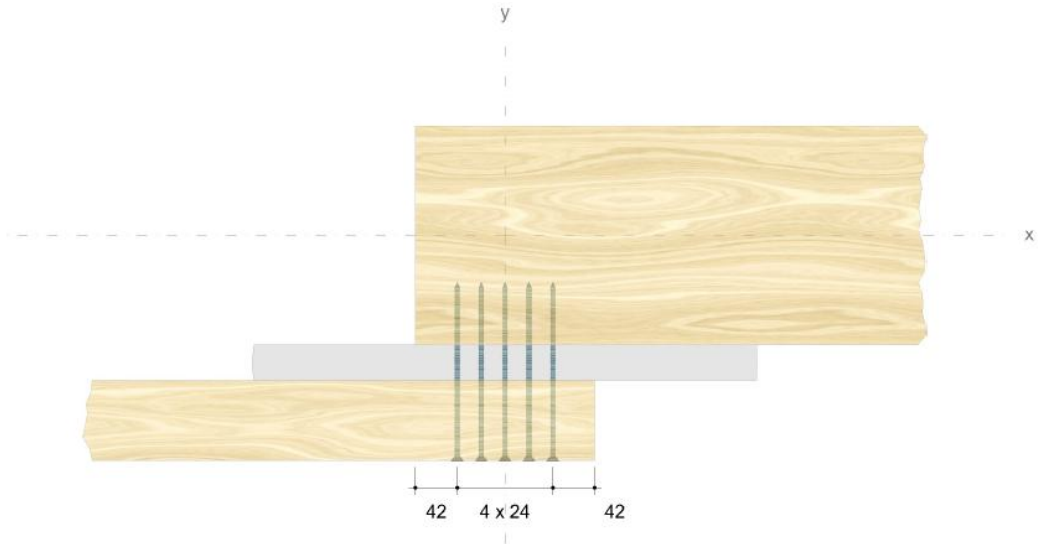


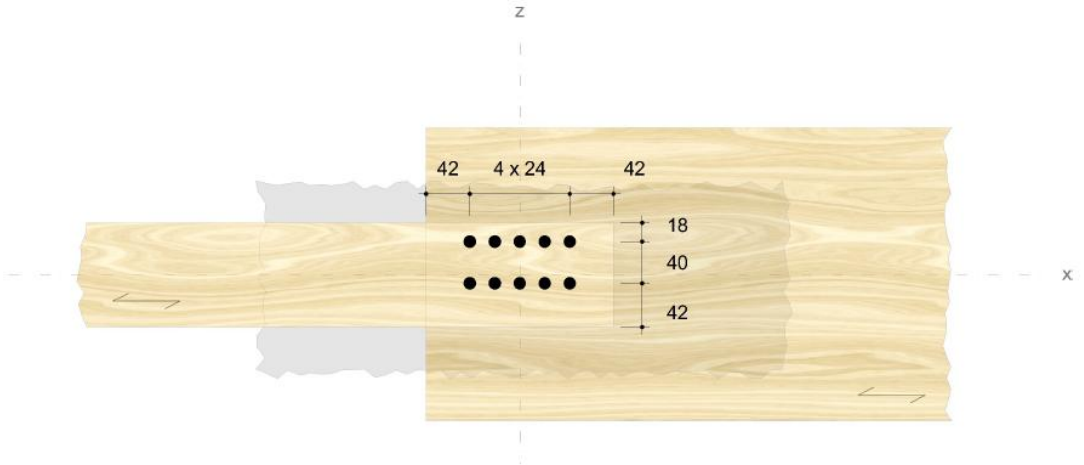
Montagedaten

Abstände - Laschen [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{3,c}$	$7d$	42	42	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_1	$(4+\lvert cos\,90°\rvert)\,d$	24	24	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3d$	18	18	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,90°\rvert)\,d$	24	40	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4sin\alpha)\,d = (3+4sin\,90°)\,d$	42	42	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Abstände - Träger [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{3,c}$	$7d$	42	42	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_1	$(4+\lvert cos\,90°\rvert)\,d$	24	24	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4sin\alpha)\,d = (3+4sin\,90°)\,d$	42	108	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,90°\rvert)\,d$	24	40	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3d$	18	132	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.





Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $F_{v,d} = 16{,}00\,kN$

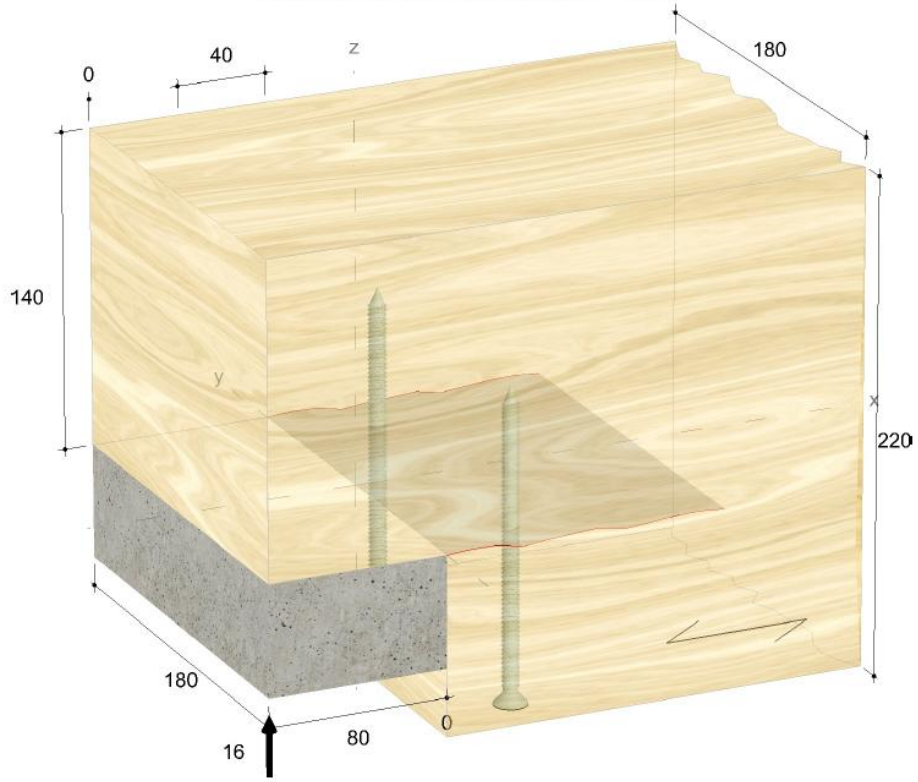
Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	99,65 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Auflagerverstärkung Ausklinkung:

Eingabedaten

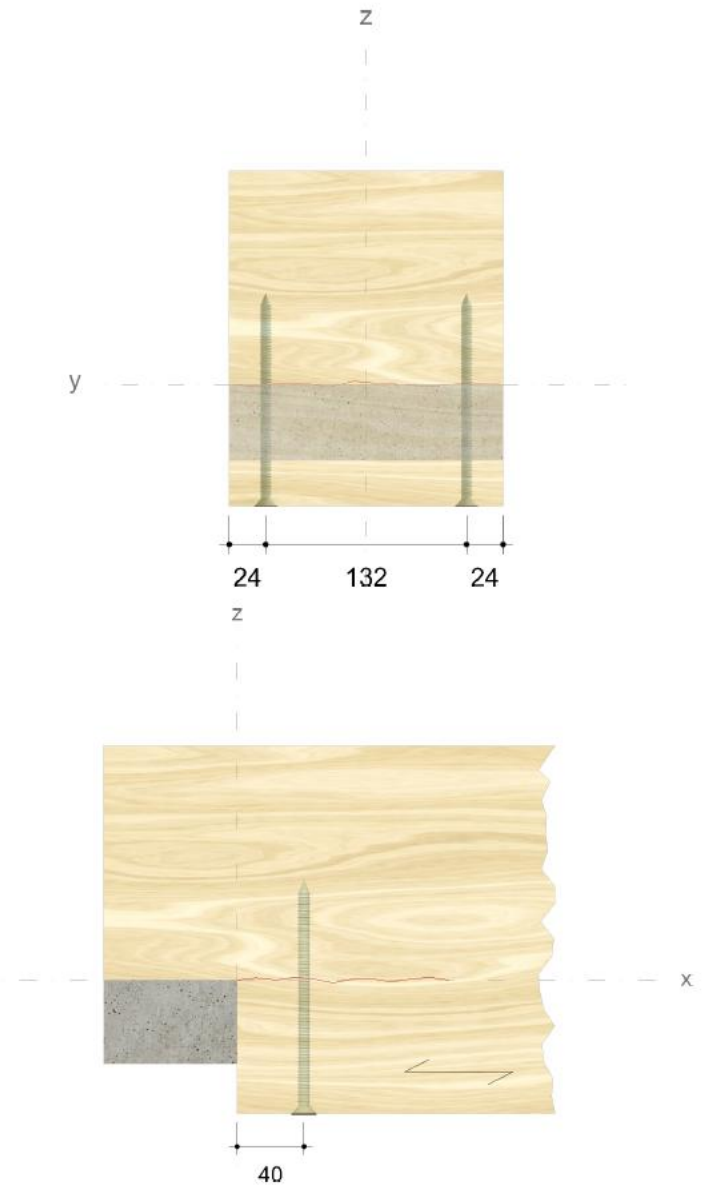
Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø8 x 140 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 108 140 (VE 75 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 22.01.2026
Träger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 180 mm | Höhe = 220 mm | Resthöhe = 140 mm
Auflager	Breite = 180 mm | Länge = 80 mm
	Überstand = 0 mm | Abstand = 0 mm | Abstand Wirkungslinie = 40 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 16,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = lang
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Schrauben nicht vorgebohrt
	Verschraubung Unterkante Träger | bündig Träger
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm



Montagedaten

Montagemaß 40 mm

Abstände [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	$5d$	40	40	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	$3d$	24	24	ETA-11/0190
a_2	$2{,}5d$	20	132	ETA-11/0190


z
y
24
132
24
z
x
40

Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2026-01-22)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 16{,}00\,kN$

Nachweise (Ohne Verstärkung)	Ausnutzung
Auflagerdruck ohne Verstärkung	47,17 %
Schubspannung im Restträger	70,75 %
Schubspannung am ausgeklinkten Auflager	103,02 %

Nachweise (Mit Verstärkung)	Ausnutzung
Biegespannung am ausgeklinkten Auflager	15,31 %
Querzugverstärkung der Ausklinkung	93,37 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.3.13. **D-214 Auflager Geschossdecke über EG (Abtrag Geländerlasten)**

s. VIII.4.1.

IX.3.14. **D-215 B-E-55 Nebenträger Geschossdecke an Stütze**

B-E-55	C24, b/h = 16/16 cm
St-08 (bspw.)	GL24h, b/h = 22/12 cm
VBM	4x ASSY plus VG 4 CH d6x220 mm
Brandschutz	F30, seitl. Überdeckung der Stahlteile von 30 mm, Versenkmaß 30 mm und nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkung

Indirekter Anschluss an Stütze.

Lasten

Gem. LP4:

Maßgebende Kombination für Bemessung der Tragfähigkeit

LK 1 1,35 LF1

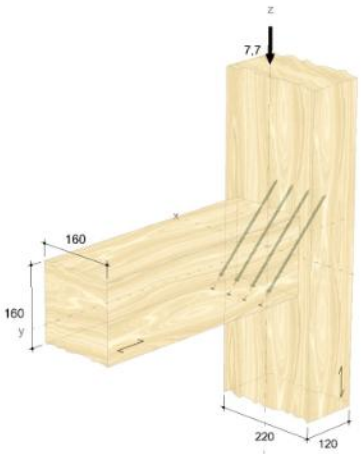
extr p_{Ed} 7,70 kN

k_{mod} [-] 0,6 γ_M [-] 1,3

Bemessung

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**4 x ASSY® plus VG 4 CH Ø6 x 220 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 006 220 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Anschlusstyp Stütze
Hauptträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 120 mm | Höhe = 220 mm
Nebenträger	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 160 mm | Höhe = 160 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 7,70 kN | Lasteinwirkungsdauer = mittel
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Hauptträger nicht vorgebohrt
	Nebenträger nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

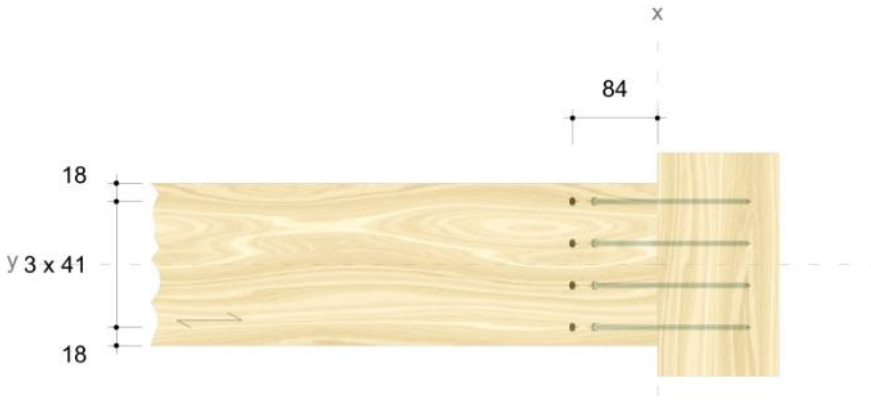


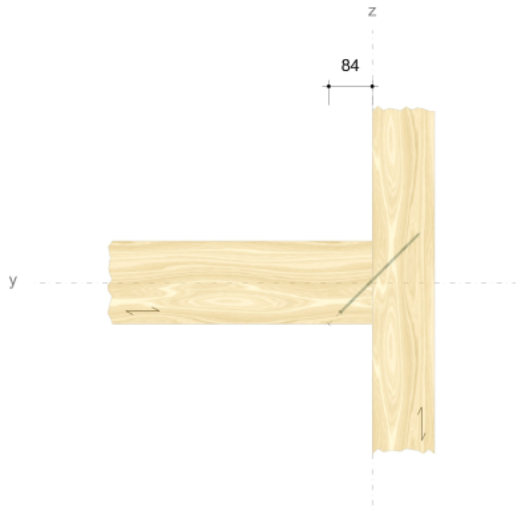
Montagedaten

Einschraubwinkel am Nebenträger	45 °
Montagemaß Nebenträger	84 mm
Versenkmaß Nebenträger	30 mm

Abstände Hauptträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,y,1}$	18	46	ETA-11/0190
$a_{2,c,y,2}$	18	74	ETA-11/0190
$a_{2,c,x,1}$	18	48	ETA-11/0190
$a_{2,c,x,2}$	18	48	ETA-11/0190
a_2	15	41	ETA-11/0190

Abstände Nebenträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	30	31	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	18	18	ETA-11/0190
a_2	15	41	ETA-11/0190





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 7{,}70\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	99,63 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.3.15. **D-216 B-E-52 Indirekte Lagerung an Stütze (Achse 1 und 29)**

B-E-52	GL24h, b/h = 22/28 cm
St-04-A	GL24h, b/h = 22/22 cm
VBM für L = 2,5 m	**2x Ricon S 140/60** (o.glw.) nebeneinander mit 20 mm Abstand untereinander Kragbolzen: VK d12 HT: 8x SK 8x80 mm NT: 8x SK 8x160 mm
VBM für L = 1,25 m	**1x Ricon S 140/60** (o.glw.) nebeneinander mit 20 mm Abstand untereinander Kragbolzen: VK d12 HT: 8x SK 8x80 mm NT: 8x SK 8x160 mm
Brandschutz	F30, Holzklotz als untere Abdeckung des Verbinders

Lasten

Gem. LP4-Bericht: $V_{z,d}$ = 37,5 kN (KLED: mittel)

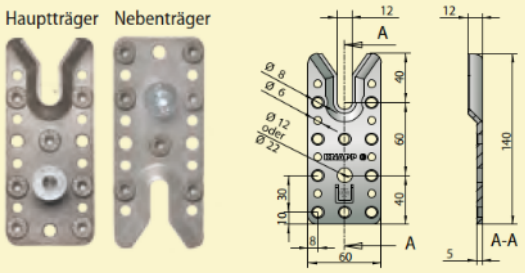
Bemessung

Ricon® S60

Ricon® S 140/60 Grundplatte inkl. Kragenbolzen und Verschraubung

Art.-Nr. **VK:** K130 / **EK:** K146 / **GK:** K134

Hauptträger Nebenträger



Grund-platte	Kragen-bolzen	Verschraubung Nebenträger	Verschraubung Hauptträger	Charakt. Belastung $R_{2,k}$ [GL24h]
140/60 d12	**VK** D12	8 x SK 8x160	8 x SK 8x80	34,0
140/60 d12	**EK** M12	7 x SK 8x160	7 x SK 8x80	30,2
140/60 d22	**GK** M12	7 x SK 8x160	7 x SK 8x80	30,2

$V_{z,Rd}$ = 2*34,0 kN*0,8/1,3 = 41,8 kN > 37,5 kN → OK.

IX.4. D301-D307 Dachtragwerk Sheddach

IX.4.1. D-301 Anschluss Sparren an First- und Kehlpfetten

B-1-04 (Sparren Sheddach)	GL24h, b/h = 16/28 cm
B-1-05 / B-1-07	GL24h, b/h = 28/(min) 52 cm

Anschlusswinkel (zur Vertikalen): 78°
Knapp Verbinder Ricon S 140/60 VS (o.glw.)
HT: 7xVG Schrauben Ø8x80 mm
NT: 7xVG Schrauben Ø8x160 mm

Anschlusswinkel (zur Vertikalen): 32°

Schlitzblech	S235 BL10, b = 12 cm
SDü	4x Ø12x100 mm S235, Versenkmaß 30 mm und nachträgliche Verpfropfung
Ankerplatte	S235, b/h/t =
Schrauben	5x2 VG Schrauben Ø12x120 mm**,** ETA-11/0190 (o.glw.)

s. LP4 V.8 Detail 1 (S.355).

Lasten (Sparren 78°)

s. LP4 V.3.4
$V_{z,max}$ = 9,0 kN
N,max (Zug) = 6,7 kN

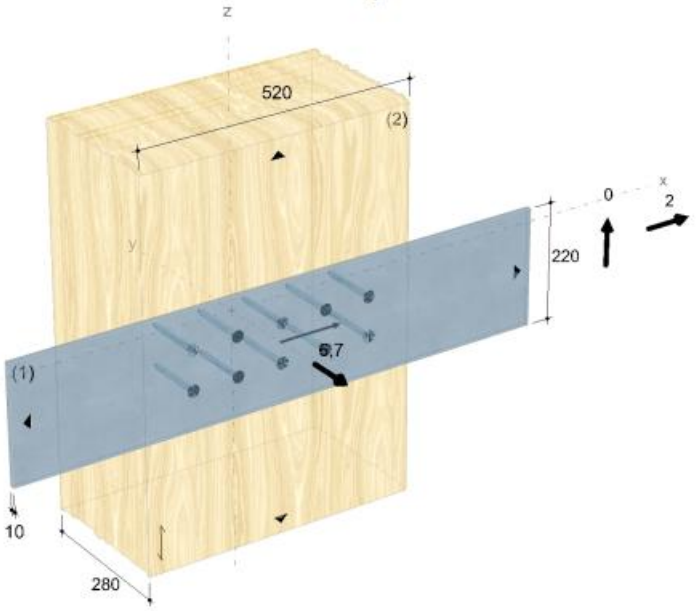
Lasten (Sparren 32°)

s. LP4 V.3.4
$V_{z,max}$ = 1,9 kN
N_{max} (Zug) = 6,7 kN

Nachweis der Ankerplatte und Schrauben mit Würth Bemessungssoftware:

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**10 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø12 x 120 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 112 120 (VE 50 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Queranschluss
Bauteil 1	horizontal
	Stahl S235 | einseitig
	Breite = 10 mm | Höhe = 220 mm
Bauteil 2	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 280 mm | Höhe = 520 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,x,d}$ = 2,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = mittel
	$F_{ax,d}$ = 6,70 kN | Lasteinwirkungsdauer = mittel
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	gerade Einzelschrauben 90 ° | bündig Träger
	Mehrfachbefestigung
	Mindestanzahl x-Achse = 5 | z-Achse = 2
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

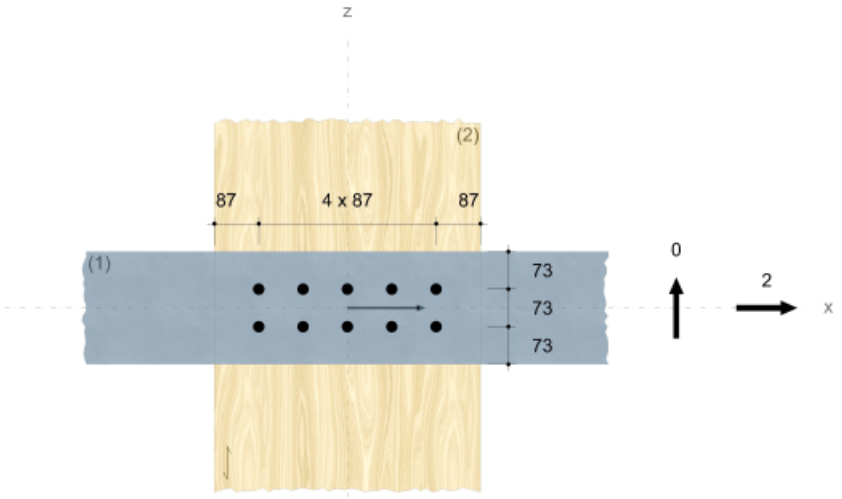


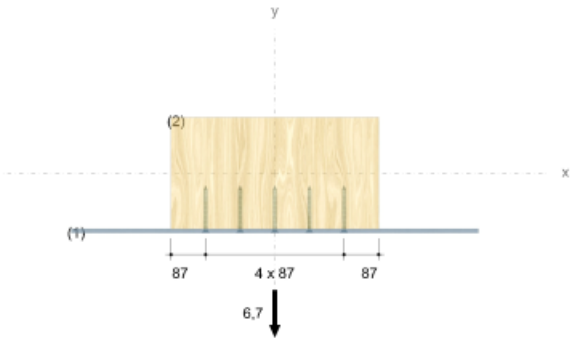
Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	Maximum	vorhanden	
p_1	$2{,}2 \cdot d_0$	28	140	87	EN 1993-1-8
e_2	$1{,}2 \cdot d_0$	15	80	73	EN 1993-1-8
p_2	$2{,}4 \cdot d_0$	30	140	73	EN 1993-1-8

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3d$	36	87	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert\sin\alpha\rvert)\,d = (3+\lvert\sin 90°\rvert)\,d$	48	87	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4\sin\alpha)\,d = (3+4\sin 90°)\,d$	84	87	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_1	$(4+\lvert\cos\alpha\rvert)\,d = (4+\lvert\cos 90°\rvert)\,d$	48	73	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast in Richtung x-Achse $F_{v,x,d} = 2{,}00\,kN$
Bemessungslast in Achsrichtung der Verbindungsmittel $F_{ax,d} = 6{,}70\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	11,26 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

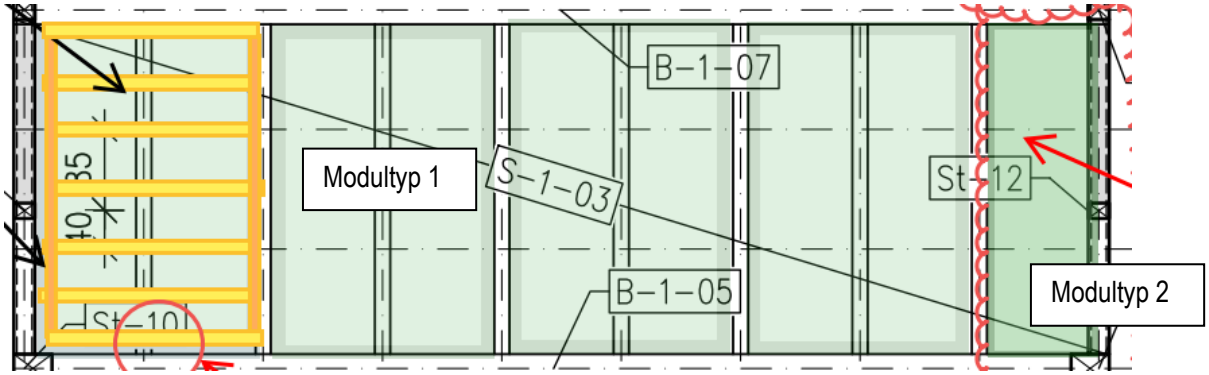
IX.4.2. D-302 Anschluss Steico-Joist-Modul an Balkenträger Sheddach

Dachmodul	Steico-Joist SJ LVL HB60, h = 240 mm, e = 62,5 cm
Befestigung Sperrholzscheibe auf Sparren	gem. LP4: Nä 2,7x80 mm, av <= 30-50 mm
Befestigung SJ auf Sperrholz	je 2x Rillennagel CW d3,1x80 mm z.B. Haubold o.glw.
Befestigung Dreischichtplatte auf SJ	je 2x VG-Schrauben Ø6x80 mm z.B Würth ASSY plus o.glw.
B-1-04 (Sparren Sheddach)	GL24h, b/h = 16/28 cm
Brandschutz	Über Beplankung konstruktiv gelöst.

Vorbemerkung

Nägel für den Abtrag der Schubkräfte verankern die Beplankung (und damit das Dachmodul) auch gegen Abheben.

2 Modultypen: Unterscheidung durch Bauteilbreite
Modultyp 1 b = 2,5 m
Modultyp 2 b = 1,25 m



Lasten

Aufbau aus Statik LP4

Dach geschlossen			
Schicht	d [mm]	γ [kN/m³]	g [kN/m²]
PV inkl. Befestigung	-	-	0,40
Wellblechdach	-	-	0,20
Konterlattung und Lattung je 40/60mm alle 40cm	80	4,5	0,07
Holzfaserdämmplatte	60	1,4	0,08
Einblasdämmung	240	0,45	0,11
Sperrholzplatte	40	4,5	0,18
KVH 160/280, e=1,25m	280	5,5	0,20
Summe			**1,2**
Rechenwert ohne Eigengewicht			**1,0**
Rechenwert mit Eigengewicht			**1,4**

→ Im Rahmen der LP5 wurde die Holzfaserdämmplatte durch eine Dreischichtplatte n. DIN 1102 (d= 30 mm; g= 0,09 kN/m²/cm Dicke; **g= 0,27 kN/m²** ersetzt)

Eigengewicht: **g_k = 0,83 kN/m²** (auf der sicheren Seite liegend ohne PV)
Ausbau (PV) $g_{PV,k}$ = 0,4 kN/m² (nur zwischen den Achsen A-B‘)) → vernachlässigt
Wind: **$w_{s,max}$ = -1,24 kN/m²** (aus RFEM-Modell: LF7 / LF8)

Lastermittlung

Modul 1:

b = 2,5 m a_{SJ} = 62,5 cm (Abstand der Steico-Joist-Träger)
$a_{Sparren}$ = 1,25 m (Abstand der Dachsparren)

Lasten Modul 1 Sheddach:

Verankerung gegen Abheben nur über Endauflager, daher Berechnung als Einfeldträger
Pro Steico-joist
Endlager: LFK: $F_{ax,Ed}$ = (0,9 * 0,83 kN/m² +1,5 * -1,24 kN/m²) *0,625 m *1,25 m = **-0,73 kN (Zug)**

Modul 2:

b = 1,25 m a_{SJ} = 62,5 cm (Abstand der Steico-joist-Träger)
$a_{Sparren}$ = 1,25 m (Abstand der Dachsparren)

Lasten Modul 2 Sheddach:

Pro Steico-joist
Endlager: LFK: $F_{ax,Ed}$ = (0,9 * 0,83 kN/m² +1,5 * -1,24 kN/m²) *0,625 m *1,25/2 m = -0,36 kN

→ Maßgebend ist Modul 1.

Bemessung: Steico-joist-Flansch – Untere Beplankung

Die Steico-Joists werden mit je 2 Nägeln durch den unteren Flansch mit der unterseitigen Beplankung verbunden.

Material Gurte: Steico 2.0E LVL
Querschnitt: b/h = 39 mm / 60 mm
Material Beplankung: SPH F40/30 E60/40
Verankerung: Rillennägel gemäß Produktdatenblatt Steico

Typ	Abmessung [mm]	$a_{4,c}$ [mm]	$a_{3,c}$ [mm]	Zum Beispiel
Holzschraube♦	6,0*80	18	42	Heco Topix 6,0*80 Würth ASSY plus 6,0*80 Rothoblaas HBS 6,0*80
Glattschaftnagel	3,1*80	16	31	Haubold: CW 3,1*80
Rillennagel	3,1*80	16	31	Haubold: CW 3,1*80, Rille
Klammer♦♦	2,0*11,8*80	15	30	Haubold: SD 91080 CNK

Einwirkung $F_{ax,Ed}$ = **1 kN** max. Zugkraft aus Lastermittlung Modul 1
NKL 1 KLED kurz/ sehr kurz

Bauteile

Gurte h = 39 mm
Beplankung h = 40 mm

Verbindungsmittel

Verbindungsmittel **profilierte Nägel 3,1 x 80** nicht vorgebohrt
Ausziehparameter $f_{ax,k}$ = 6,8 N/mm²
Kopfdurchziehparameter $f_{head,k}$ = 15,3 N/mm²
Eindringtiefe t_{pen} = 34,6 mm in Sperrholz abzüglich Nagelspitze

Ausziehwiderstand	$F_{ax,Rk}$ = 0,75 kN	mit k_{ax} = 1
Kopfdurchziehwiderstand	$F_{ax,Rk}$ = 0,77 kN	mit d_h = 7,1 mm
Tragfähigkeit Herausziehen	$F_{ax,Rk}$ = 0,75 kN	n = 2
	k_{mod} = 1,0	γ_m = 1,3
Bemessungswert	$F_{ax,Rd} = F_{ax,Rk} \cdot n \cdot k_{mod} / \gamma_m$ = 1,15 kN	

Nachweise

Verbindungsmittel	$F_{ax,Ed} / F_{ax,Rd}$ = 0,49		< 1 → **Nachweis erfüllt**
Mindestabstände			
Gurte	$a_{3,c}$ = 31 mm	nach Tabelle	erfüllt
	$a_{4,c}$ = 16 mm	nach Tabelle	erfüllt
	a_2 = 28	> 21,7 mm	erfüllt
Beplankung	Abstand zu unbeanspruchtem Rand min 9,3 mm		

Bemessung: Steico-joist-Flansch – Obere Beplankung:

Die Steico-Joists werden mit je 2 Schrauben durch die Beplankung mit dem Flansch verbunden.

Material Gurte: Steico 2.0E LVL
Querschnitt: b/h = 39 mm / 60 mm
Material Beplankung: Dreischichtplatte 30 mm
Verankerung: Holzschraube Würth ASSY plus VG

Eigengewicht: g_k = 0,54 kN/m² (Ausbaulasten aus Wellblechdach, Konterlattung und Holzfaserdämmplatte)
Wind: $w_{s,max}$ = -1,24 kN/m² (aus RFEM-Modell: LF7 / LF8)

Einwirkung $F_{ax,Ed}$ = (0,9 * 0,54 kN/m² +1,5 * -1,24 kN/m²) *0,625 m *1,25 m = **-1,21 kN (Zug)**
NKL 1 KLED kurz/ sehr kurz

Bauteile

Gurte h = 39 mm
Beplankung h = 30 mm

Verbindungsmittel

Verbindungsmittel **Würth ASSY plus VG 6 x 80** vorgebohrt
Eindringtiefe t_{pen} = 30 mm in Gurt > t_{min} = 36 mm

Typ d x ℓ	Seitenholzdicke in [mm]							
	25		30		35		40	
ASSY® plus VG 6x80 mm	1,73	1,67	2,07	1,88	2,42	2,11	2,76	2,28
		2,22		2,53		2,62		2,71
	1,06	1,03	1,27	1,16	1,49	1,30	1,70	1,40
		1,37		1,56		1,61		1,67
ASSY® plus VG 6x100 mm	1,73	1,67	2,07	1,88	2,42	2,11	2,76	2,28
		2,22		2,53		2,62		2,71
	1,06	1,03	1,27	1,16	1,49	1,30	1,70	1,40
		1,37		1,56		1,61		1,67

Tragfähigkeit Herausziehen $F_{ax,Rk}$ = 2,07 kN n = 2 n_{ef} = 1,866
k_{mod} = 1,0 γ_m = 1,3

Bemessungswert $F_{ax,Rd} = F_{ax,Rk} \cdot n_{ef} \cdot k_{mod} / \gamma_m$ = 2,97 kN

Nachweise

Verbindungsmittel $F_{ax,Ed} / F_{ax,Rd}$ = 1,21/2,97 = 0,41 < 1 → **Nachweis erfüllt**

Mindestabstände s. Steico-Joist-Tabelle (Produktdatenblatt) oben.

Bemessung: Untere Beplankung – Dachsparren:

Material Beplankung: SPH F40/30 E60/40
Material Sparren: GL24h
Verankerung: Nägel 2,7x80 mm, av ≤ 30-50 mm

Bemessung:

Einwirkung	$F_{ax,Ed}$ = **1 kN**	max. Zugkraft aus Lastermittlung Modul 1
	NKL 1	KLED kurz/ sehr kurz
Bauteile		
Beplankung	h = 40 mm	ρ_k = 600 kg/m³
Sparren	h = 280 mm	ρ_k = 420 kg/m³
Verbindungsmittel		
Verbindungsmittel	**profilierte Nägel 2,7x80**	nicht vorgebohrt
Ausziehparameter	$f_{ax,k}$ = 5,2 N/mm²	Tragfähigkeitsklasse 1A
Kopfdurchziehparameter	$f_{head,k}$ = 10,5 N/mm²	Tragfähigkeitsklasse 1A
Eindringtiefe	t_{pen} = 36,6 mm	in Sparren abzüglich Nagelspitze
Ausziehwiderstand	$F_{ax,Rk}$ = 0,513 kN	mit k_{ax} = 1
Kopfdurchziehwiderstand	$F_{ax,Rk}$ = 0,390 kN	mit d_h = 6,1 mm
Tragfähigkeit Herausziehen	$F_{ax,Rk}$ = 0,390 kN	n = 13
	k_{mod} = 1,0	γ_m = 1,3
Bemessungswert	$F_{ax,Rd} = F_{ax,Rk} \cdot n \cdot k_{mod} / \gamma_m$ = 3,9 kN	
Nachweise		
Verbindungsmittel	$F_{ax,Ed} / F_{ax,Rd}$ = 0,26	< 1 → **Nachweis erfüllt**
Mindestabstände		
Sparren	$a_{4,c}$ = 40 mm	> $a_{4,c,min}$ = 13,5 mm erfüllt
	a_1 = 30-50 mm	> $a_{1,min}$ = 13,5 mm erfüllt
Beplankung	Abstand zu unbeanspruchtem Rand min 9,3 mm	

Kombinierte Beanspruchung

Zug	$F_{ax,Ed} / F_{ax,Rd}$ = 0,26	
Schub (aus Statik LP4)	$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ = 0,59	
	$(F_{ax,Ed} / F_{ax,Rd})^2 + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd})^2$ = 0,42	< 1 → **Nachweis erfüllt**

IX.4.3. **D-303 Anschluss PV-Module**

PV-Module	Abmessung 1,7 m x 1,0 m
Befestigung	4 Stockschrauben je PV-Modul: M10; L = 200 mm; bspw. Schletter Art. 110210-200 o. glw. mit Montageplatte, Klicktop und Universaladapter
Wellblech	Befestigungsmittel durchdringen Wellblech
Konterlattung	C24, b/h = 6/4 cm, e = 0,4 m
Lattung	C24, b/h = 6/4 cm, e = 0,4 m

Vorbemerkung

Die PV-Module werden an die Dachlattung angeschlossen. Die Module sind parallel zur Dachfläche.
Anordnung auf der süd-westlichen Dachfläche (Achse A/B/C). Aufständerung max. 5°. Die Genauigkeit der Befestigung der PV-Module auf der Konterlattung ist zu gewährleisten für einen ausreichenden Randabstand des Verbindungsmittels im Holzbauteil.

Lasten

Gem. LP4-Bericht wurde für die **PV-Module inkl. Befestigung** eine Flächenlast von **0,4 kN/m²** (LF3) berücksichtigt.

Lasteinzugsfläche pro Modul 1,7 m x 1,0 m:

$A = 1{,}7\ m^2$

Verankerung des Eigengewichts pro Verbindung (4 Befestigungspunkte pro Modul):

$G_k = 0{,}4\ kN/m^2 * 1{,}7\ m^2/4 = \underline{0{,}17\ kN}$

→ Wirkt günstig.

Abhebende Windlasten (keine Aufständerung der Module!) gem. LF7: Sog gemittelt für Dachneigung von 10°

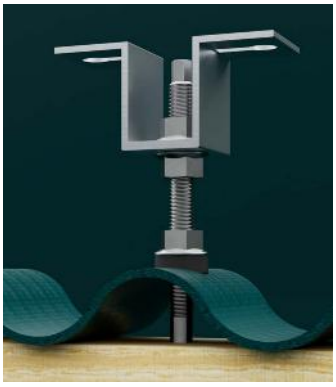
$w_{Sog} = 0{,}9\ kN/m^2$

$W_{Sog} = 0{,}9\ kN/m^2 * 1{,}7\ m^2/4 = \underline{0{,}38\ kN}$

Designlast pro Befestigung $Z_{res,d} = 0{,}9*0{,}17\ kN + 1{,}5*0{,}38\ kN = \mathbf{\underline{0{,}72\ kN}}$

Nachweis

Nachweis der Verankerung gegen Abheben. Verwendung von Stockschraube (M10x200) zur Befestigung auf Konterlattung.



STOCKSCHRAUBENSETS

IN VERBINDUNG MIT MONTAGEPLATTE, KLICKTOP, UNIVERSAL-ADAPTER

- Material: Schrauben und Muttern V4A, Dichtung EPDM vulkanisiert (UV-beständig)
- Vormontiert mit Dichtung und 3 Flanschmuttern

110010-200**	Stockschraubenset 10 x 200 montiert	VPE: 50
110210-200	Stockschraubenset 10 x 200 montiert	VPE: 50
110012-200**	Stockschraubenset 12 x 200 montiert	VPE: 50
110212-200	Stockschraubenset 12 x 200 montiert	VPE: 50
110012-300**	Stockschraubenset 12 x 300 montiert	VPE: 50
110212-300	Stockschraubenset 12 x 300 montiert	VPE: 50

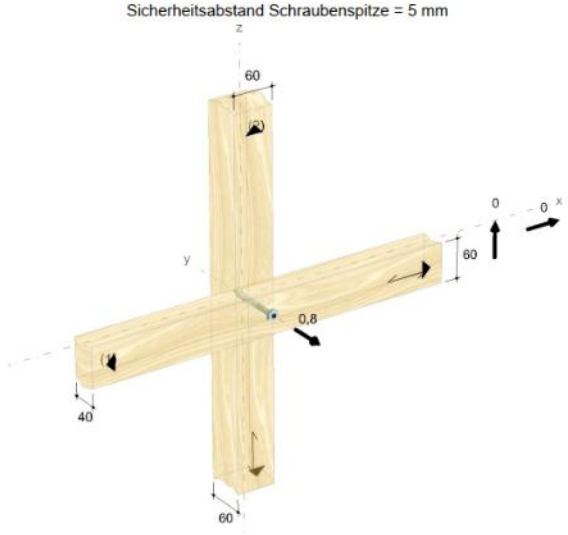
** Artikel läuft aus. Verfügbar solange Vorrat reicht.



Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**1 x ASSY® 4 Combi T Ø10 x 90/60 mm**
	Teilgewinde | Kombikopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0158 710 91 (VE 50 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Queranschluss
Bauteil 1	horizontal
	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 40 mm | Höhe = 60 mm
Bauteil 2	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 60 mm | Höhe = 60 mm
Lasteinwirkung	$F_{ax,d}$ = 0,80 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 1 nicht vorgebohrt
	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	gerade Einzelschrauben 90 ° | bündig Träger
	Mehrfachbefestigung
	Mindestanzahl x-Achse = 1 | z-Achse = 1
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm



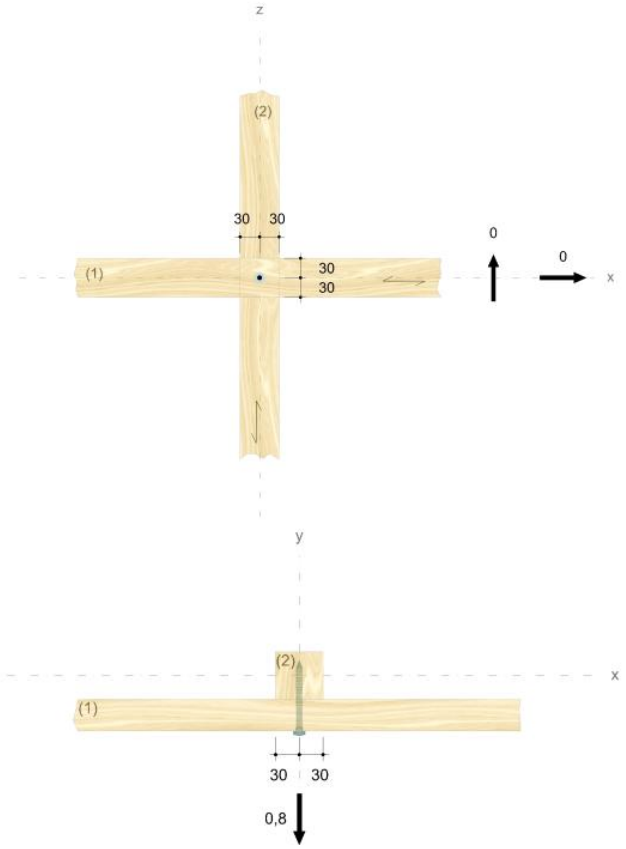


Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3\,d$	30	30	ETA-11/0190

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3\,d$	30	30	ETA-11/0190

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast in Achsrichtung der Verbindungsmittel $F_{ax,d} = 0{,}80\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	39,51 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.4.4. **D-304 Direktes Auflager Kehle Sheddach B-1-05-A auf St-10 (Achse D)**

B-1-05	GL24, b/h = 28/54 cm
St-10	GL24h, b/h = 28/40 cm
Schlitzblech-Verbindung	S235, t = 8 mm, 2x3 (n_0xn_{90}) SDü Ø12x220 mm
Auflagerverstärkung	Ohne.
Brandschutz	30 mm Versenkmaß der Stabdübel und nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkung

Gegen Verdrehung gehalten durch Schlitzblechverbindung (als alternative Gabellagerung). KLED: kurz → k_{mod} = 0,9

Lasten

Designlasten gem. LP4:

$V_{z,d,Zug} = V_{z,d,Druck} =$ 50 kN
$V_{y,d}$ = 2,3 kN wird über Schlitzblechbiegung abgetragen. Ohne weiteren Nachweis.
$N_d =$ 30 kN

Resultierende Kraft
$F_{Ed} = \sqrt{(50^2+30^2)} =$ 58,3 kN

Ermittlung Winkel der Resultierenden (in Kehlträger):
sin(β) = 30 kN/50 kN → β = 36,87°
Winkel der Resultierenden zur Faser des Kehlträgers: α = 90°- β = 90-36,87 = 53,1°

Bemessung

Nachweis Schlitzblechverbindung: Blechstärke t = 8 mm (für Blechbiegung), Seitenholzdicke = 11 cm
F_{Rd} = 71 kN > 58,3 kN → Nachweis erbracht.

Stabdübel		d = 12 mm S 235	nach **DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12** (vereinfachtes Verfahren)
innenliegendes Stahlblech	t_S	8 mm S 235	
Anzahl der Bleche	n_t [-]	1	
Holzquerschnitt		GL 24h Nadelholz	
Dicke Seitenholz	t_1 [cm]	12 > 7,7 ✓	
Kraft–Faser–Winkel	α_1 [°]	53	
Fließmoment Stabdübel	$M_{y,Rk}$ [Nmm]	69.071	
Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm²]	20,49	
Tragfähigkeit je Scherfuge	$F_{v,\alpha,Rk}$ [kN]	8,24	
Tragfähigkeit Bemessungswert	**$F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**13,49**	mit k_{mod} [-] 0,90
Anzahl in Faserrichtung	n_0 [-]	2	
Anzahl quer zur Faserrichtung	n_{90} [-]	3	
	n_{ef} [-]	5,27	
Bemessungswert VM-Gruppe	**$\Sigma F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**71,02**	

Mindestabstände Bauteil 1	erf Abstand	vorh Abstand	
a_1 [mm]	50	50	X
a_2 [mm]	36	100	✓
$a_{3,t}$ [mm]	84	100	✓
$a_{3,c}$ [mm]	67	100	✓
$a_{4,t}$ [mm]	43	100	✓
$a_{4,c}$ [mm]	36	100	✓

Definition	untereinander	zum beanspruchten Rand	zum unbeanspruchten Rand
|| Faser	a_1	$a_{3,t}$	$a_{3,c}$
⊥ Faser	a_2	$a_{4,t}$	$a_{4,c}$
Abbildung siehe Schneider, 20.Auflage, Tafel 9.40			

Schlitzblech Biegenachweis

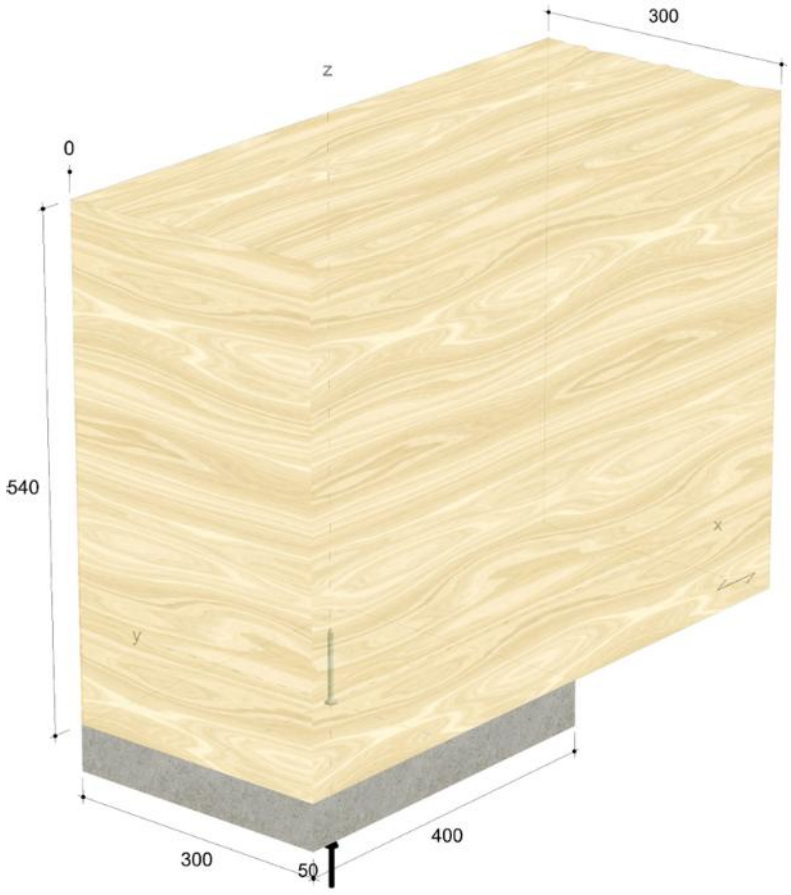
$W_{el} = 8^2 * 30 / 6$ cm = 320 cm³
M= 2,4 kN / * (54 cm / 2) = 65 kNcm

$\sigma = M / W_{el} = 13,6 < 23,5$ kN/cm²

Auflagerpressung

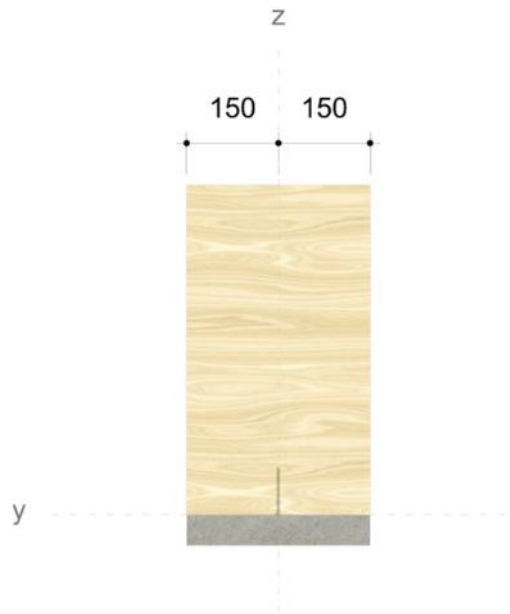
Eingabedaten

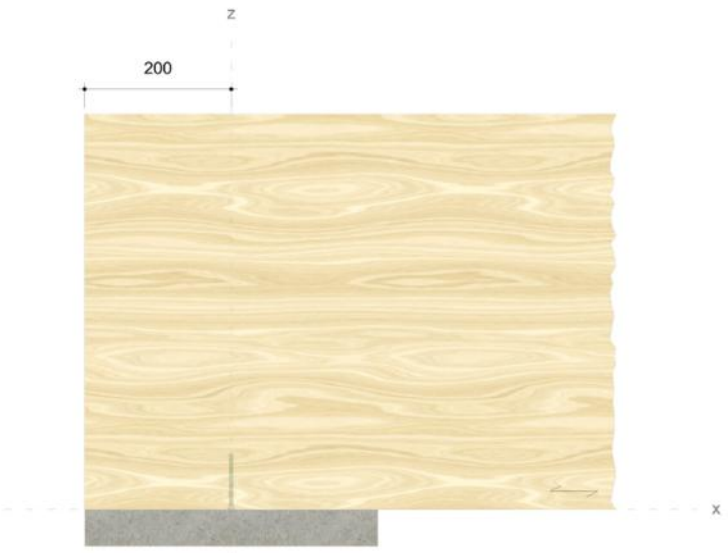
Gewähltes Verbindungsmittel	**1 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø6 x 80 mm**
	Vollgewinde | Senkkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 106 080 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
Träger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 300 mm | Höhe = 540 mm
Druckverteilungsplatte	nicht angegeben
Endauflager	Breite = 300 mm | Länge = 400 mm | Überstand = 0 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 50,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 2
Verbindungsmittel	Schrauben nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm



Montagedaten

Abstände [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	$5\,d$	30	200	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	$3\,d$	18	150	ETA-11/0190





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)

EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)

EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)

EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)

EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)

ETA-11/0190 (2018-07-23)

Quellen

[1] Bejtka I. (2005). Verstärkung von Bauteilen aus Holz mit Vollgewindeschrauben. Dissertation. Universität Karlsruhe.

[2] Bejtka I. und Blaß H.J. (2006). Self-tapping screws as reinforcement in beam supports. Paper 39-7-2, CIB-W18 Meeting 39, Florenz.

[3] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 50{,}00\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Auflagerdruck ohne Verstärkung	12,80 %
Querdruckverstärkung des Auflagers	71,86 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.4.5. **D-305 Lagerung Randpfette Sheddach B-1-08 auf Stützen Achse E**

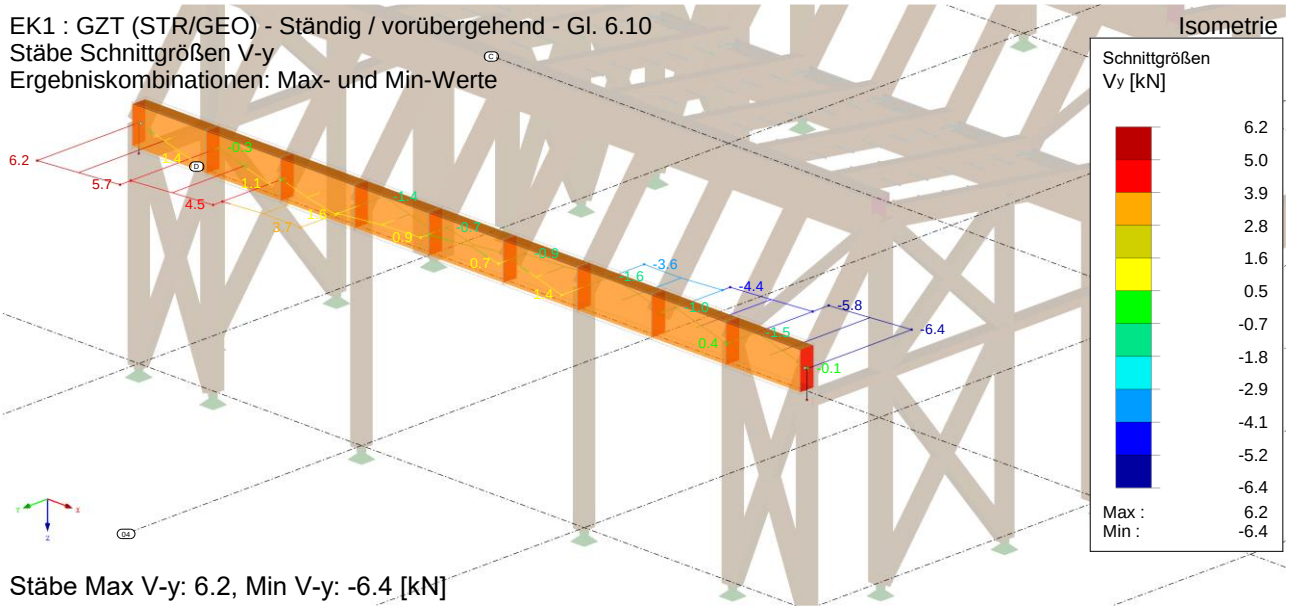
B-1-08	GL24, b/h = 22/54 cm
St-11-A/B	GL24h, b/h = 22/16 cm bzw. 22/22 cm
VBM	2x ASSY plus VG 4 CH Ø6x220 mm, Einschraubwinkel 45 Grad
Brandschutz	F30, Schrauben werden versenkt (30 mm), nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkung

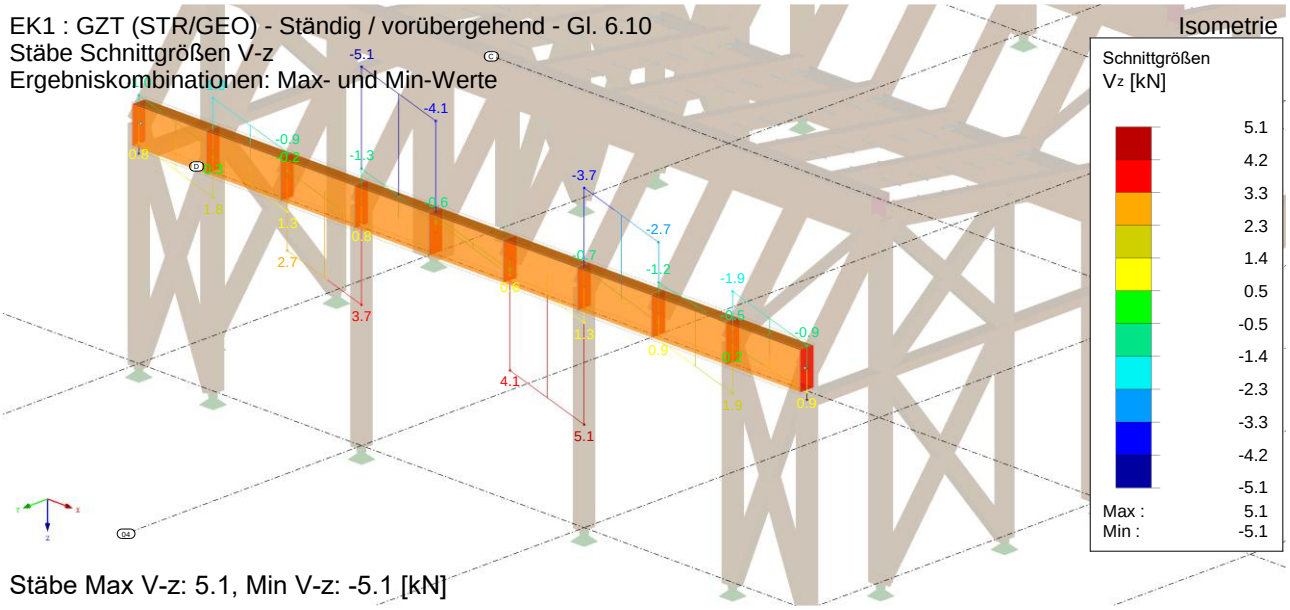
Direkte Lagerung der Randpfette auf den Stützen. Zugkräfte aus Dach (wo vorhanden) sind zu verankern. Dies wird durch die kreuzweise Verschraubung sichergestellt.

Lasten

V_y = 6,4 kN (kurz)



Stäbe Max V-y: 6.2, Min V-y: -6.4 [kN]

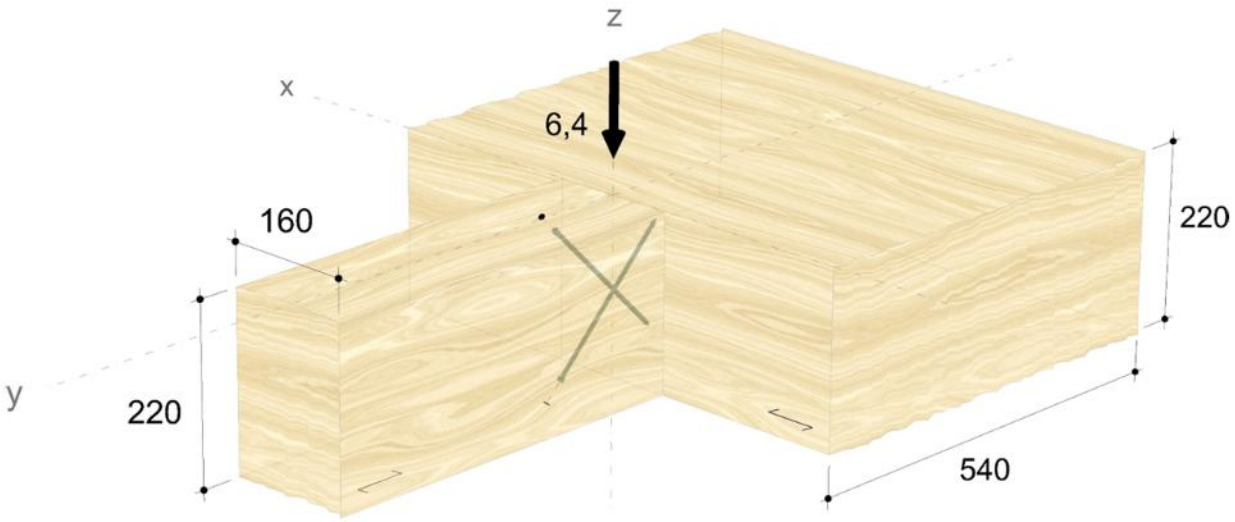


Stäbe Max V-z: 5.1, Min V-z: -5.1 [kN]

Bemessung

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CH Ø6 x 220 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 006 220 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Anschlusstyp Balken
Hauptträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 540 mm | Höhe = 220 mm | Lagerung = torsionssteif
Nebenträger	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 160 mm | Höhe = 220 mm
	Anschlusswinkel horizontal = 90° | vertikal = 0°
Lasteinwirkung	$V_{z,Ed}$ = 6,40 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 2
Verbindungsmittel	Hauptträger nicht vorgebohrt
	Nebenträger nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

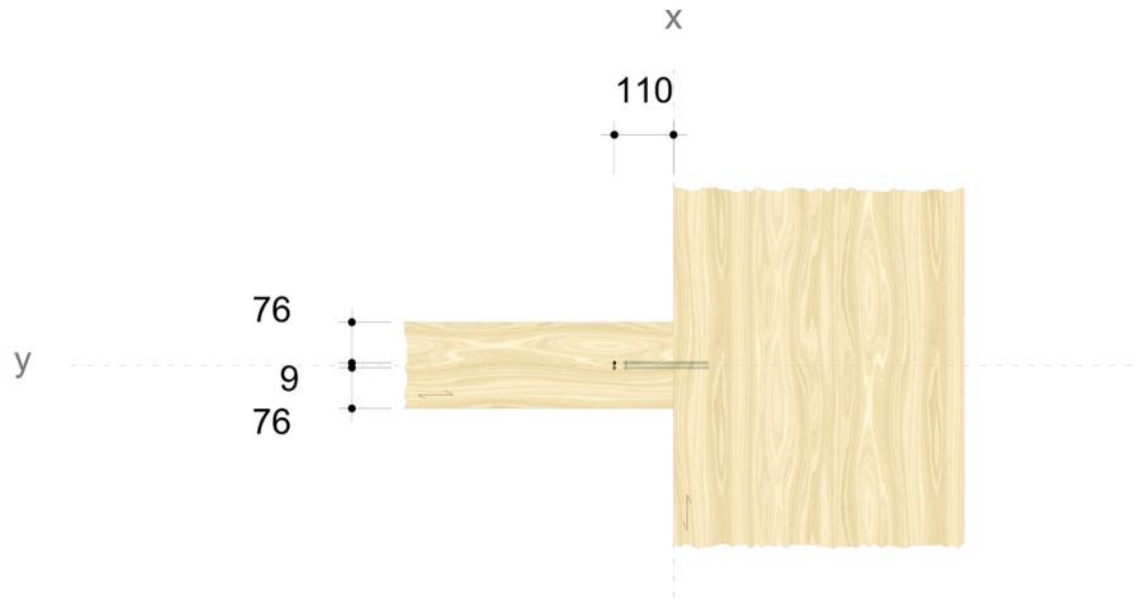


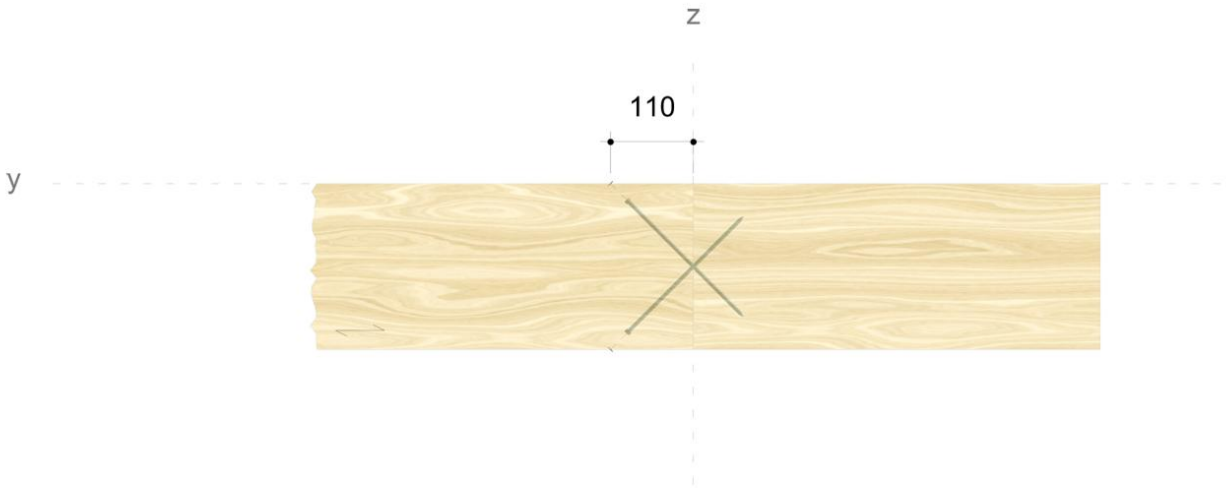
Montagedaten

Einschraubwinkel am Nebenträger	45 °
Montagemaß Nebenträger	110 mm
Versenkmaß Nebenträger	30 mm

Abstände Hauptträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,y,1}$	18	33	ETA-11/0190
$a_{2,c,y,2}$	18	507	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,1,1}$	18	77	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,1,2}$	18	143	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,2,1}$	18	143	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,2,2}$	18	77	ETA-11/0190

Abstände Nebenträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	30	44	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	18	76	ETA-11/0190
a_{SC}	9	9	ETA-11/0190





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)

EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft

EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)

EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)

EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)

EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)

ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

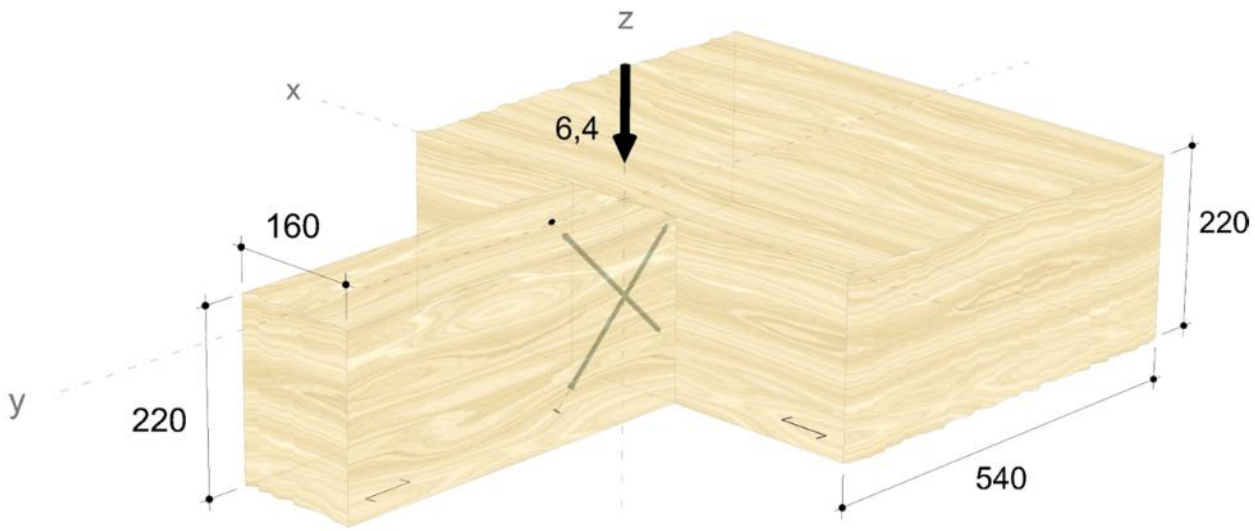
Bemessungslast $V_{Ed} = 6{,}40\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	92,95 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CH Ø6 x 220 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 006 220 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Anschlusstyp Balken
Hauptträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 540 mm | Höhe = 220 mm | Lagerung = torsionssteif
Nebenträger	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 160 mm | Höhe = 220 mm
	Anschlusswinkel horizontal = 90° | vertikal = 0°
Lasteinwirkung	$V_{z,Ed}$ = 6,40 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 2
Verbindungsmittel	Hauptträger nicht vorgebohrt
	Nebenträger nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

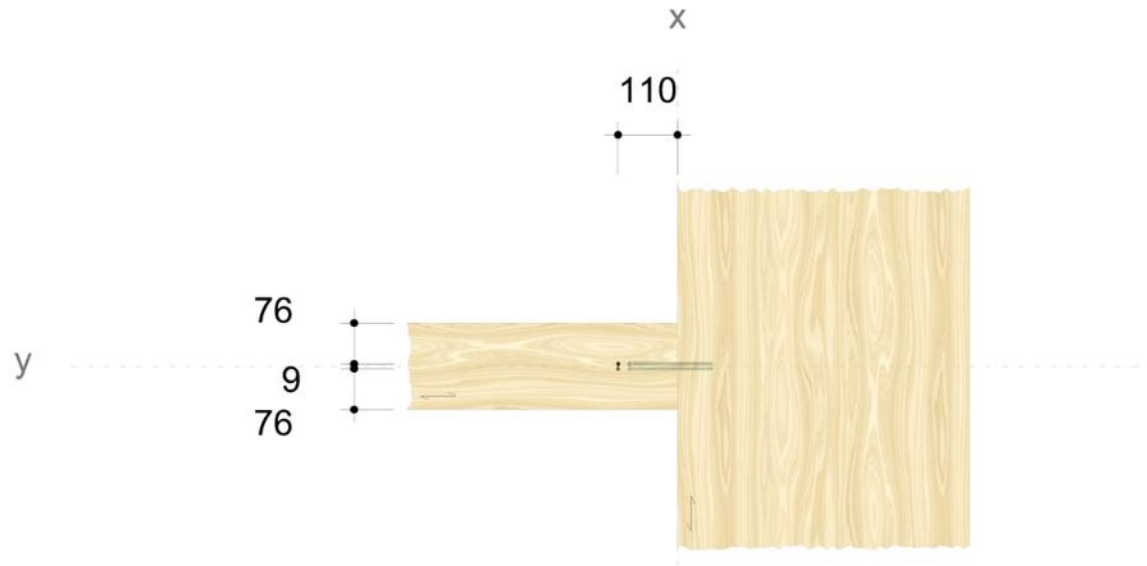


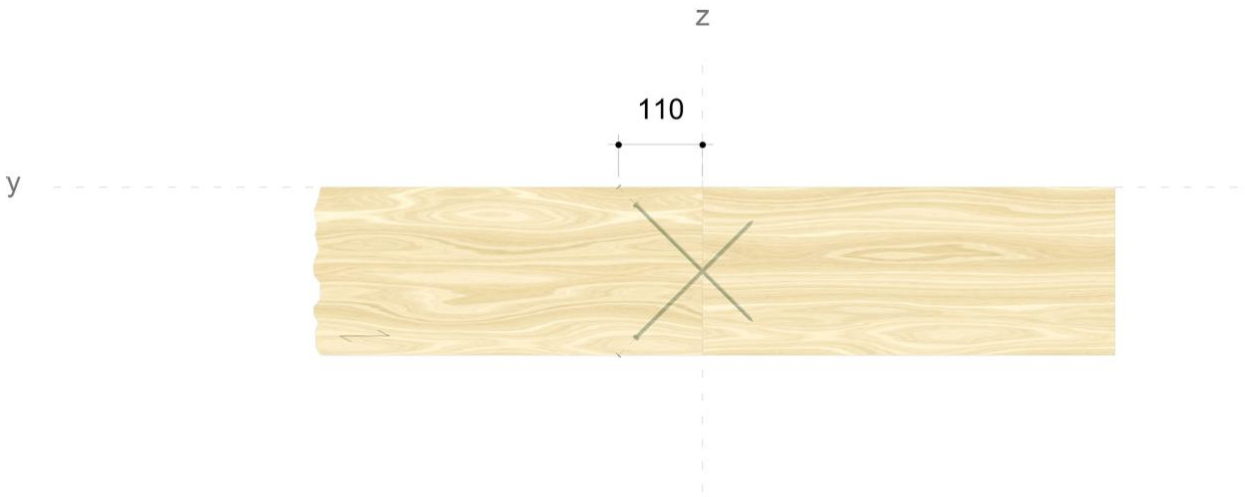
Montagedaten

Einschraubwinkel am Nebenträger	45 °
Montagemaß Nebenträger	110 mm
Versenkmaß Nebenträger	30 mm

Abstände Hauptträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,y,1}$	18	33	ETA-11/0190
$a_{2,c,y,2}$	18	507	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,1,1}$	18	77	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,1,2}$	18	143	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,2,1}$	18	143	ETA-11/0190
$a_{2,c,z,2,2}$	18	77	ETA-11/0190

Abstände Nebenträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	30	44	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	18	76	ETA-11/0190
a_{SC}	9	9	ETA-11/0190





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)

EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft

EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)

EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)

EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)

EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)

ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 6{,}40\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	92,95 %

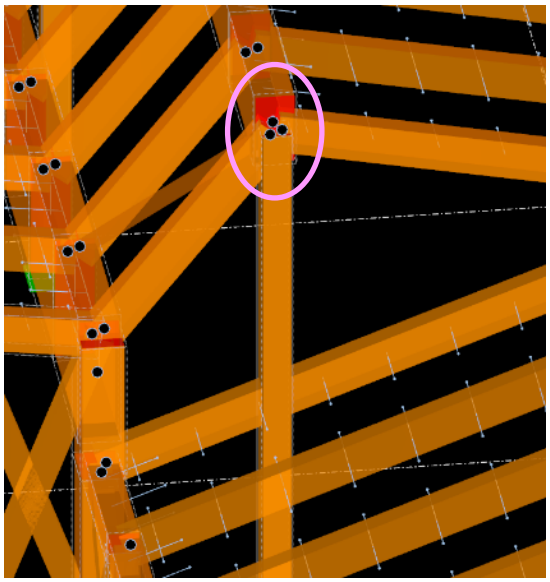
Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.4.6. **D-306 Lagerung Firstpfette B-1-07 auf Stütze St-09**

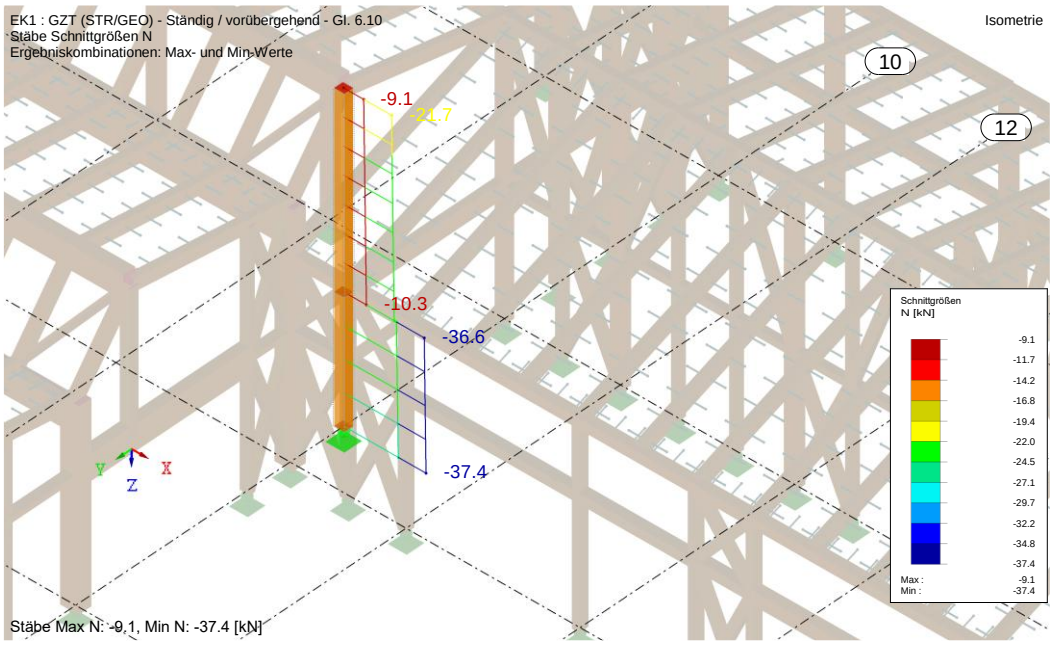
B-1-07	GL24h, b/h = 28/54 cm
St-09	GL24h, b/h = 20/22 cm
Verbindung	Zapfen – b/h/t = 6/6/7 cm
Brandschutz	F30

Vorbemerkung

Keine Auflagerverstärkung notwendig. Lagesicherung durch Zapfen. Übertragung von Druckkräften durch Auflagerpressung.



Lasten



N_d = 21,7 kN

$V_y = V_z \approx 0$ kN

Bemessung

Nachweis Zapfen

Zapfenquerschnitt ausreichend zur Übertragung der Druckkraft:

Zapfenbreite ca. 1/3 der Holzstärke

Tiefe ca. 5,5-6 cm

Querdruck auf dem Balken GL24h:

Auflagerdruck mit l_1>= 2*h → $k_{c,90}$ = 1,75; kmod (KLED mittel) = 0,8

σ_{Ed} = 22000 N/(200 mm · 220 mm -60 mm · 70 mm) = 0,55 MPa

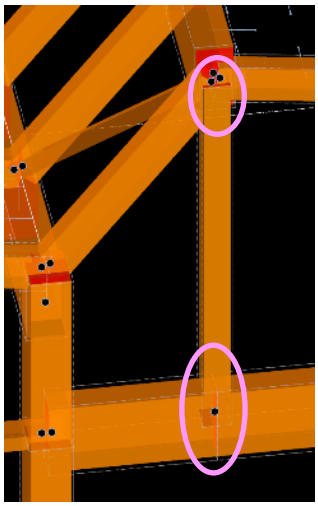
σ_{Rd} = $k_{c,90}$*$f_{c,90,d}$ (GL24h) = 1,75*2,5 MPa/1,3*0,8 = 2,7 MPa

0,55 MPa < 2,7 MPa → OK.

IX.4.7. D-307 Anschluss Stütze St-09 an Firstpfette und Balken B-E-09

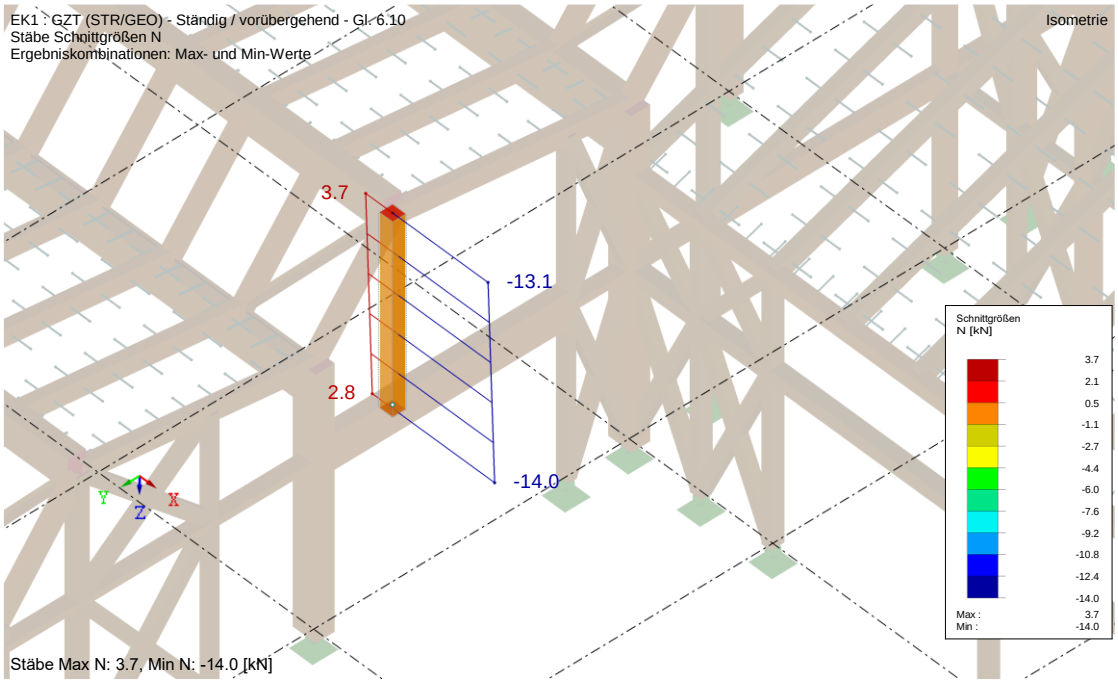
Stütze St-09	GL24h, b/h = 20/22 cm
Balken B-E-09	Abfangträger, GL24h, b/d = 22/56 cm
Verbindung	Zapfen – b/h/t = 10/7/6 cm
Brandschutz	F30

Vorbemerkung



Zapfenverbindung oben und unten an Stütze.

Lasten



Oben: D_{max} = 13,1 kN (Über Auflagerpressung abgetragen (s. D-306); Z_{max} = 3,7 kN (Abheben durch Verschrauben verhindert)

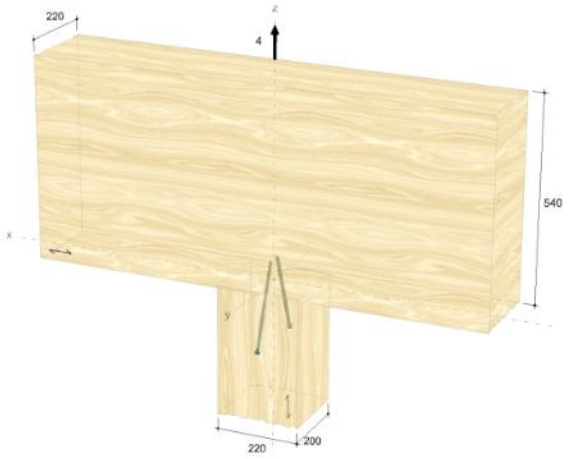
Unten: D_{max} = 14 kN (Über Auflagerpressung abgetragen (s. D-306); Z_{max} = 2,8 kN (Abheben durch Verschrauben verhindert)

Nachweis

Mit Würth.

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CH Ø10 x 240 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 010 240 (VE 50 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Anschlusstyp T-Stoß
Hauptträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	t_1 = 540 mm | t_2 = 220 mm
Nebenträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	t_1 = 220 mm | t_2 = 200 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 4,00 kN
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Hauptträger nicht vorgebohrt
	Nebenträger nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm | Nebenträger = 5 mm

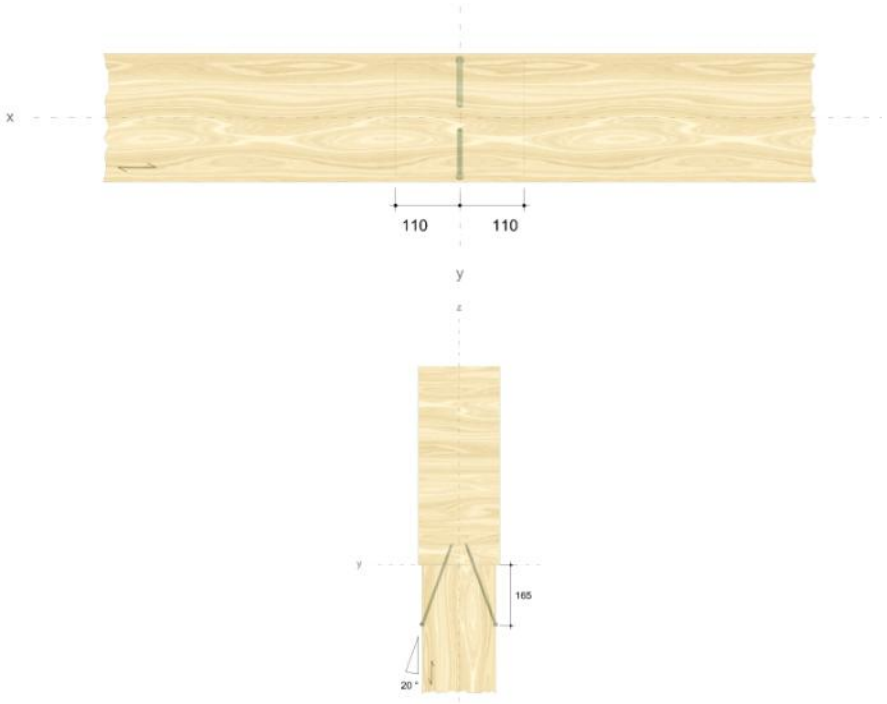


Montagedaten

Einschraubwinkel	20 °
Montagemaß	165 mm

Abstände Hauptträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,y}$	30	81	ETA-11/0190
$a_{2,c,z}$	30	30	ETA-11/0190

Abstände Nebenträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,x}$	30	110	ETA-11/0190
$a_{2,c,y}$	30	30	ETA-11/0190
$a_{1,c,z}$	50	83	ETA-11/0190



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 4{,}00\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	36,18 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.4.8. **D-308 Sparren B-1-02 an Mittelpfette B-1-03 und Stütze St-01-A**

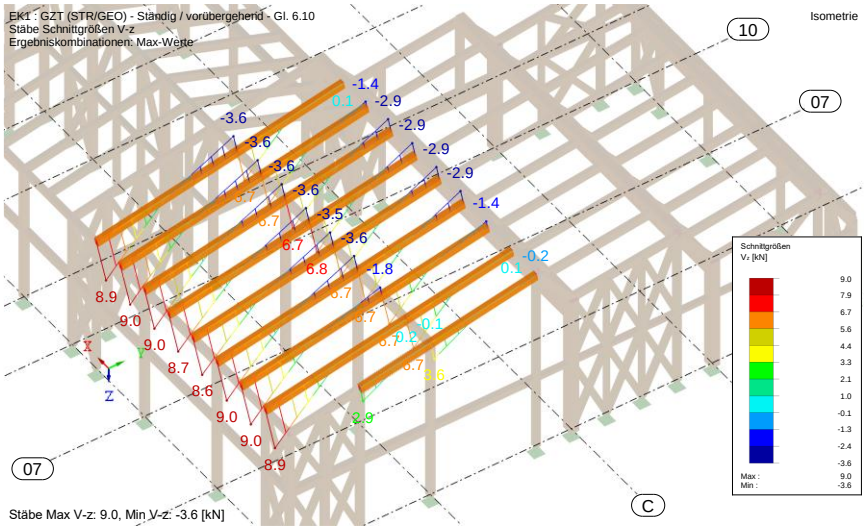
B-1-02	Auskreuzung Stahlseil Dach, RD20 S235, L = ca. 2,4 m
B-1-03	Rähm Achse E
St-01-A	Pfette Achse E.1
VBM Sparren-Pfette	Würth Balkenträger b/h/t = 106/**160**/46 mm, Art.No. 0681350160 (o.glw.) 3xSDü Ø12x100mm 30 mm Verpfropfung bei jedem SDü! Vollausnagelung mit Kammnägeln Ø4x60 mm
VBM Pfette-Stütze	Verschraubung von oben mit 2x ASSY plus VG 4 CH Ø8x580 mm, Einschraubwinkel 70°
Brandschutz	F30

Lasten

Aus RFEM-Modell:

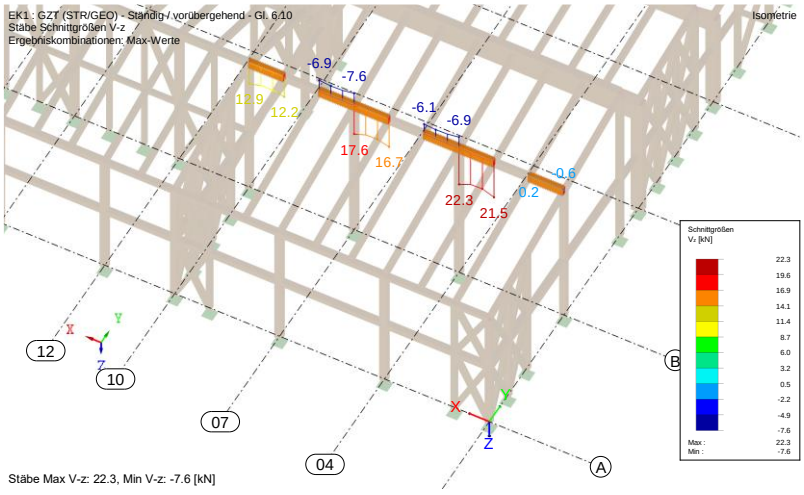
1) Sparren an Pfette bzw. Stütze

$V_{z,d}$ = 6,8 kN



2) Pfette an Stütze

$V_{z,d}$ = 22,3 kN



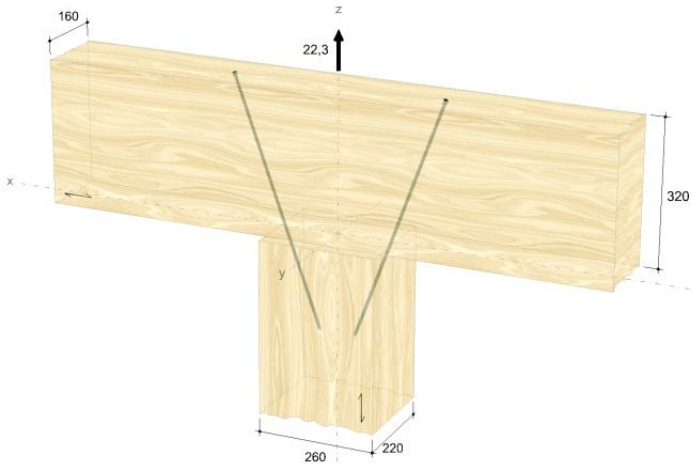
Bemessung

s. D-101 für Sparren-Pfette / Sparren-Stütze und

Pfette-Stütze: Bemessung erfolgt mit Würth Bemessungsprogramm:

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CH Ø8 x 580 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 008 580 (VE 25 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018
System	Anschlusstyp T-Stoß
Hauptträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	t_1 = 320 mm | t_2 = 160 mm
Nebenträger	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	t_1 = 260 mm | t_2 = 220 mm
Lasteinwirkung	V_{Ed} = 22,30 kN
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Hauptträger nicht vorgebohrt
	Nebenträger nicht vorgebohrt
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm | Nebenträger = 5 mm

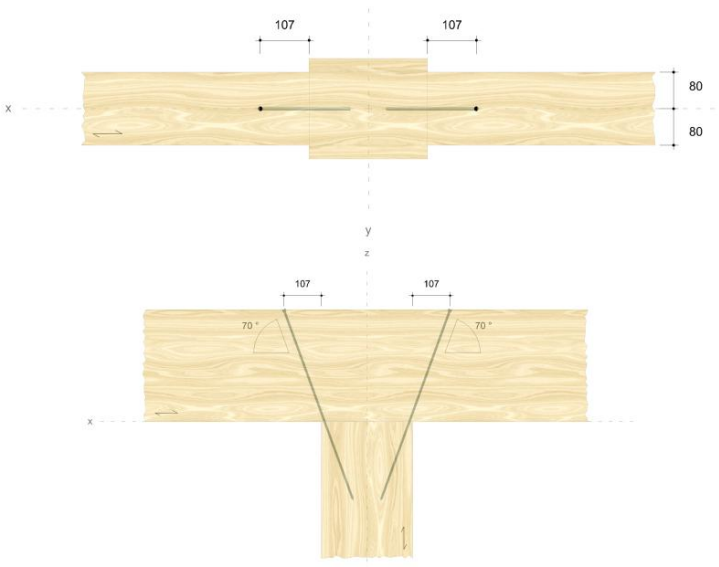


Montagedaten

Einschraubwinkel	70 °
Montagemaß	107 mm

Abstände Hauptträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,y}$	24	80	ETA-11/0190
$a_{2,c,z}$	24	160	ETA-11/0190

Abstände Nebenträger [mm]	Minimum	vorhanden	
$a_{2,c,x}$	24	50	ETA-11/0190
$a_{2,c,y}$	24	110	ETA-11/0190
$a_{1,c,z}$	40	113	ETA-11/0190



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast $V_{Ed} = 22,30\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	88,67 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.5. D401-D405 Anschlüsse Aussteifung

IX.5.1. D-401 Auskreuzung Sheddach mit Stahlseil Oberlichter B-1-19

B-1-19	Auskreuzung Stahlseil Dach, RD20 S235, L = ca. 2,4 m
B-1-08	Rähm Achse E
B-1-07	Pfette Achse E.1
Verbindung	S235, b/h/t = 20/20/2 cm
Brandschutz	F30

Vorbemerkung

Leitdetail für Zuganschluss bereits in LP4 entwickelt (Detail 2).

Lasten

$N_{Zug,max}$ = 36,4 kN

Bemessung

Zugnachweis Stahlseil

$N_{pl,Rd}$	$= A \cdot f_y / \gamma_{M0}$	= 3,14 cm² · 23,5 kN/cm² / 1,0	= 73,8 kN
$N_{u,Rd}$	$= A \cdot f_u / \gamma_{M0}$	= 3,14 cm² · 36,0 kN/cm² / 1,25	= 90,4 kN
$N_{t,Rd}$	$= \min \{N_{pl,Rd}, N_{u,Rd}\}$		= 73,8 kN
η	$= N_{t,Ed} / N_{t,Rd}$	= 36,4 kN / 73,8 kN	= 50% ✓

Nachweis Zug

$F_{t,Rd}$	=36,4 / 70,6 kN		= 52 % ✓

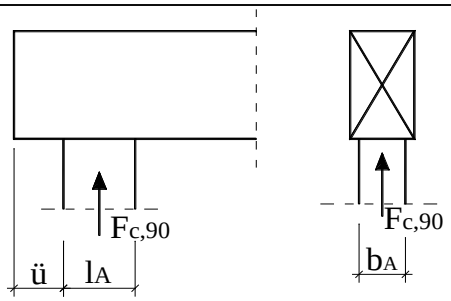
Nachweis Durchstanzen

$B_{p,Rd}$			= 170,9 kN
η	$= F_{t,Ed} / B_{p,Rd}$	= 36,4 kN / 170,9 kN	= 22 % ✓

Nachweis Pressung Pfette

Auflagerpressung

Breite *b* [cm]	20,0
Länge Auflager l_A [cm]	20,0
Überstand *ü* [cm]	100,0
Material	GL24h
NKL	1



Auflagerkraft:	$F_{c,90,k}$ [kN]	KLED	ψ_0
aus Eigenlast (g)	0,00	ständig	---
aus Schneelast (s)	0,00		0,5
aus Nutzlast (p)	0,00		0,7
aus Windlast (w)	40,00	kurz/sehr kurz	0,6

Nachweis eingehalten!

Höhe >1000 m	nein
Gebäudekategorie	A

Ergebnisse Nachweis Auflagerpressung Biegeträger

maßgeb. LK: **w** **mit** $F_{c,90,d}$ = **60,00 kN**

$$SpA = \frac{F_{c,90,d} / A_{ef}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = \mathbf{0,34} < 1,0$$

Nachweis eingehalten!

Hinweis: dieser Nachweis setzt voraus, dass der lichte Abstand zwischen benachbarten Auflagerungen mindestens 2 x Trägerhöhe beträgt (l_1>2·h)

Querschnittswerte:

A_{ef} = 520 cm²

$k_{c,90}$ = 1,75

$f_{c,90,d}$ = 1,92 N/mm²

IX.5.2. **D-402 Auskreuzung Sheddach mit Balkenträger B-1-18**

B-1-18	Auskreuzung Dach, C24 b/h = 12/12 cm, L = ca. 2,4 m
B-1-08	Rähm Achse E
B-1-07	Firstpfette Achse E.1
Verbindung	Konstruktiver Anschluss mit Vollgewindeschrauben (je 2 Stück, kreuzweise verschraubt)
Brandschutz	F30

Vorbemerkung

Das Auskreuzungselement wird an die Pfette angeschlossen mittels Vollgewindeschrauben.

Lasten

N_{Ed} = 9,4 kN (Druck) → gem. LP4-Statik Detail 3

Bemessung

Ohne weiteren Nachweis da konstruktiver Anschluss.
Randabstände

a_1 = 32 mm

a_2 = 24 mm

a_3 = 56 mm

a_4 = 24 mm

IX.5.3. **D-403 Ausbildung Fachwerkknoten (Achse A/1)**

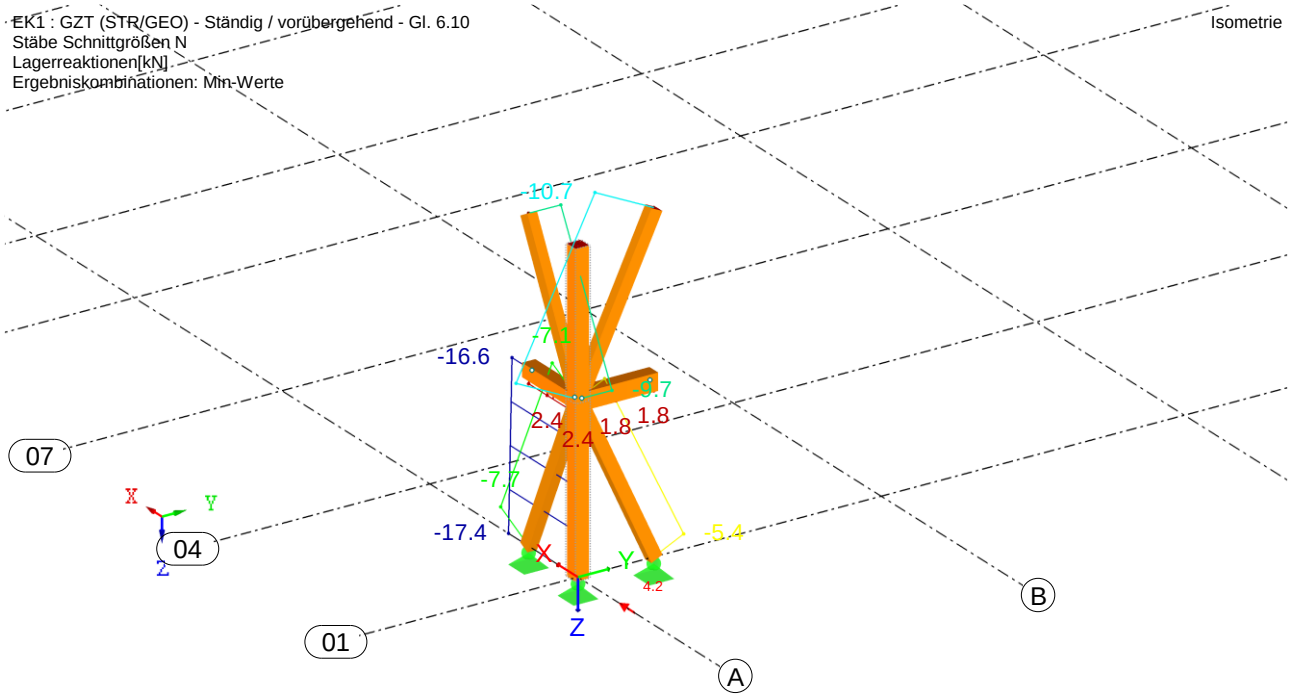
St-04-A	GL24h, b/h = 22/22 cm
B-E-54/53	Nebenträger, GL24h, b/h = 18/22 cm
B-20	Auskreuzung FW-Wand, C24, b/h = 16/20 cm
Verbindung	**Balken-Stütze:** Würth Balkenträger h = 120 mm, Art. No. 0681350120 (o.glw.) mit 2x SDü ⌀12x160 mm, Vollausnagelung mit Kammnägeln ⌀40x60 mm **Auskreuzung-Stütze:** ASSY plus VG 4 CSMP Ø10x260 mm
Brandschutz	F30

Vorbemerkung

Die Diagonalen werden nur auf Druck beansprucht und konstruktive angeschlossen mittels Vollgewindeschrauben. Die Stütze ist durchgehend und die Balkenträger werden je mit einem Balkenträger von Würth o.glw. angeschlossen. Stellvertretend wird an dieser Stelle wird der ‚Spezialfall', d.h. die Ecke Achse A-01 betrachtet.

Lasten

Bemessungslasten s. RFEM-Ausdruck:



Stäbe Max N: 2.4, Min N: -17.4 [kN]
Max P-X': 0.0, Min P-X': -4.2 kN

Bemessung Anschluss Balken

Würth Balkenträger, h = 120 mm.

Charakteristische Tragfähigkeiten Balkenträger, Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k = 385 kg/m³), Nebenträgerbreite 100 mm

Art.-Nr.	Balkenträgerhöhe in mm	Vollausnagelung mit Kamm-/Ankernägeln*				Mindestbreite/ -höhe in mm
		$F_{z,down,Rk}$		$F_{z,up,Rk}$		
		4 x 40 mm	4 x 60 mm	4 x 40 mm	4 x 60 mm	
0681 350 90	90	4,17	6,70	5,39	8,50	100/130 (100)
0681 350 120	120	13,52	18,38	8,88	11,78	100/160
0681 350 160	160	21,37	28,65	15,57	22,49	100/200
0681 350 200	200	29,20	38,30	22,96	32,51	100/240
0681 350 240	240	36,94	47,82	30,71	42,38	100/280

Die Werte gelten für Brettschichtholz GL 24h nach DIN EN 14080 (ρ_k =385 kg/m³) und einer Nebenträgerbreite von 100 mm.

$F_{z,down,Rd}$ = 0,9*18,38 kN/1,3 = **12,72 kN > 2,4 kN → OK**

IX.5.4. **D-404 Überblattung Aussteifungsdiagonalen**

B-20	Auskreuzung FW-Wand, C24, b/h = 16/20 cm, L_{max} = 3,3 m
Verbindung	Überblattung in Trägermitte, b/h/t = 20/23/8 cm

Vorbemerkung

Bemessung s. Statik LP4 (V.3.20 und V.8 Detail 3).

IX.5.5. **D-405 Anschluss Aussteifungsdiagonalen B-20 allgemein**

B-20	Auskreuzung FW-Wand, C24, b/h = 16/20 cm, L_{max} = 3,3 m
Verbindung	3x ASSY plus VG Ø10x260 mm; Versenkmaß 30 mm; bei Auflagerfläche < 11cm

Vorbemerkung

Übertragung von Druckkräften auf die anschließenden Bauteile über Pressung und Schrauben.

Lasten

Gem. Statik LP4 Kap. V.3.20

Nach Achsen:

Achse 01	$N_{Ed,max}$ = 19,5 kN	
Achse 10	$N_{Ed,max}$ = 27,5 kN	
Achse 17	$N_{Ed,max}$ = 28,6 kN	
Achse 23	**$N_{Ed,max}$ = 30,1 kN**	→ Maßgebend.
Achse 29	$N_{Ed,max}$ = 24,8 kN	
Achse A	$N_{Ed,max}$ = 16,7 kN	
Achse B	$N_{Ed,max}$ = 23,3 kN	
Achse C	$N_{Ed,max}$ = 24,5 kN	
Achse E	$N_{Ed,max}$ = 10,3 kN	

Nachweis

N_d (Aussteifung) = 30,1 kN (kurz)
N_v = Nd * sin (70°) = 28,3 kN
N_h = Nd * cos (70°) = 10,3 kN

Horizontaler Rähm, GL24h
F= 28,3 kN – 11,3 kN = 17,0 kN
A= 5 x 16 cm = 80,0 cm²
$f_{ck.90}$= 2,5 N/mm²
$f_{cd.90}$= 2,5 * 0,9 / 1,3= 1,73 N/mm²

σ = 11,3 kN / 80,0 cm² = 1,41 N/mm² **1,41 < 1,73 N/mm²** **Nachweis erfüllt**

Einwirkungen	$F_{V,Ed}$ = 17,0 kN	k_{mod} = 1,10
VG Schraube (ETA-11/0190)	10,0 x 260	Kohlenstoffstahl
Zylinderkopf	d_h = 13,4 mm	*Durchziehtragfähigkeit = 0*
Bauteil 1 (Kopfseitig)	GL 24h	$\rho_{k,1}$ = 380 kg/m³
Bauteildicke bzw. Einschraubtiefe	t_1 = 200 mm	≥ 40 mm = $t_{1,req}$
Gewindelänge	$\ell_{ef,1}$ = 155 mm	

Winkel Schraubenachse–Faser	α_1	=	70,0°	→	$k_{V,1}$ =	0,851
Bauteil 2 (Seitenholz)			GL 24h		$\rho_{k,2}$ =	380 kg/m³
Bauteildicke bzw. Einschraubtiefe	t_2	=	220 mm	≥ 40 mm =	$t_{2,req}$	
Gewindelänge	$\ell_{ef,2}$	=	105 mm			
Winkel Schraubenachse–Faser	α_2	=	90,0°	→	$k_{V,2}$ =	1,000

Axiale Tragfähigkeit auf Herausziehen gemäß ETA-11/0190

Anzahl der Schrauben	n	=	3	n_{ef} =	2,7
Schraubenparameter	$f_{ax,k}$	=	11,00 N/mm²	$f_{head,k}$ =	13,00 N/mm²
Ausziehwiderstand einer Schraube	$F_{ax,\alpha,Rk}$	=	33,31 kN		
	$F_{ax,\alpha,Rd}$	=	28,18 kN	k_{mod}/γ_M =	0,85
Nachweis	**EQ \F($F_{ax,Ed}$;$F_{ax,Rd}$) =**		**0,00**	**≤**	**1,00**

Scherfestigkeit (Holz-Holz-Verbindungen) gemäß ETA-11/0190

Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,1,k}$	=	13,29 N/mm²	Nicht vorgebohrt
	$f_{h,2,k}$	=	15,62 N/mm²	Nicht vorgebohrt
Fließgelenk	$M_{y,Rk}$	=	36.000 Nmm	
Schertragfähigkeit nach Gl. (8.6.f)	$F_{v,Rk}$	=	6,78 kN	
	$F_{v,Rd}$	=	5,74 kN	k_{mod}/γ_M = 0,85
Effektive Anzahl Schrauben	n_{ef}	=	3,0	
Nachweis	**EQ \F($F_{V,Ed}$;n_{ef} • $F_{v,Rd}$) =**		**0,99**	**≤ 1,00**

Stütze, GL24h
A= 33 x 16 cm = 528,0 cm²
$f_{ck.90}$= 2,5 N/mm²
$f_{cd.90}$= 2,5 * 0,9 / 1,3= 1,73 N/mm²

σ = 10,3 kN / 528,0 cm² = 0,20 N/mm² **0,20 < 1,73 N/mm²** **Nachweis erfüllt**

IX.6. D501-D505 Details Innentreppe Tr-01

IX.6.1. D-501 Anschluss Mittelstütze – Ausklinkung Treppenwange

Verbindungsmittel	Lagesicherung: 2x VG-Schrauben ASSY plus 4 CSMP Ø8x230 mm (o.glw.)
Mittelstütze Treppe	C24, b/h = 14/14 cm, L = ca. 2,0 m
Treppenwange	GL24h, b/h = 14/44 cm, Ausklinkung b/h = 14/11 cm
Brandschutz	R30

Vorbemerkung

Die Treppenwange wird ausgeklinkt. Die Stütze schließt plan ab und wird mit VG-Schrauben in der Lage gesichert. Einschraubung erfolgt von unten. Versenkmaß 30 mm, nachträgliche Verstopfung zur Sicherung des konstruktiven Branschutzes. Druck wird über Auflagerpressung übertragen.

Lasten

Gem. LP4:

Eigengewicht G_k = 5,33 kN

Nutzlast Q_k = 16,02 kN

Bemessungslast N_{Ed} = 5,33*1,35 + 16,02*1,5 = **31,2 kN**

Bemessung

Nachweis Querdruck auf Treppenwange GL24h

Treppenwinkel 39° → 90-39 = 51°

l_1 >2*h =2*44 cm = 88 cm → $k_{c,90}$ = 1,75

Nachweis mit 90° (konservativ) mit KLED mittel und NKL1:

31‘200 N/(140 mm*(140 mm+2*30 mm)) = **1,11 MPa <** $f_{c,90,d}$*$k_{c,90}$ = 2,7 MPa*0,8/1,3*1,75 = **2,9 MPa**

→ Nachweis erfüllt ohne weitere Verstärkung.

IX.6.2. **D-502 Anschluss Mittelstütze an unbewehrte Bodenplatte**

Verbindungsmittel	Querkraftdorn Typ HED-S 20 S355, mit Gleithülse GS von PohlCon o.glw. 30 mm Ausgleichsmörtel
Mitelstütze Treppe	C24, b/h = 14/14 cm, L = ca. 2,0 m
Fundament Fu-07	C30/37, unbewehrt d = 20 cm
Brandschutz	R30

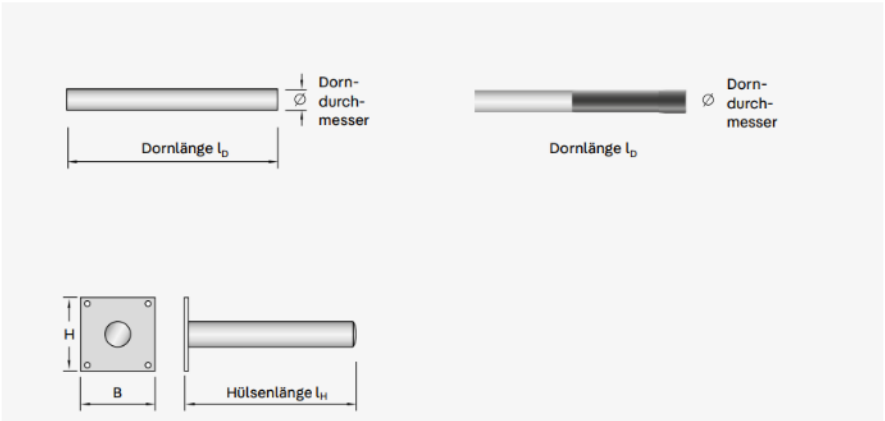
Es ist zu beachten, dass vor Einbau der Treppe die Bodenplatte erstellt sein muss. Dies weicht ab zu den übrigen, tragenden, vertikalen Holzbauteilen, die vor Einbringung der unbewehrten Bodenplatte aufgestellt werden!

Vorbemerkung

Verankerung in unbewehrter Bodenplatte. Konstruktiver Brandschutz durch Holzüberstand von 30 mm über der Ankerplatte. Die Nagelplatte wird zur Erleichterung der Montage an die Stütze genagelt. Die Nägel werden bei der Bemessung nicht angesetzt.

Abmessungen

	Dornelement		Hülsen GS, GK		Hülsen GSQ		
Dorntyp mm HED-S HED-P	Dorn Ø mm	Dornlänge l_D mm	Hülsenlänge l_H mm	Nagelplatte B/H mm	Hülsenlänge l_H mm	Nagelplatte B/H mm	Max. Quer-verschiebung y mm
20	20	300	160	70/70	180	80/80	± 11
22	22	300	160	70/70	180	80/80	± 10
25	25	300	160	70/70	180	80/80	± 14
30	30	350	185	80/80	205	100/80	± 21



Lasten

Gem. LP4:

Eigengewicht G_k = 5,33 kN

Nutzlast Q_k = 16,02 kN

Bemessungslast N_{Ed} = 5,33*1,35 + 16,02*1,5 = **31,2 kN**

Horizontal H_{Ed} = 31,2/200 = **0,16 kN** → wird vernachlässigt.

Bemessung

Erfolgt mit Würth Bemessungssoftware.

Eingabedaten

Untergrund	Beton: ungerissen | C30/37; f_{ck} = 30,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 37,00 N/mm² | h = 200 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer) | (Bemessung)
Bewehrung	Flächenbewehrung: Keine | Randbewehrung: Keine Spaltbewehrung: Nicht Vorhanden
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine Reinigungstyp: Pressluftreinigung(CAC), siehe Setzanweisung ETA-17/0127

Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
Lieferung auf Anfrage	**Ankerstange S-5.8 x 1000** - **Zuschnittlänge: 160 mm** - **Anzahl Zuschnitte je Ankerstange: 6**	**M30**	**1000 mm**	**10 mm**	**1**

Handelsübliche Gewindestange mit:

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1 der entsprechenden Zulassung
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004
- Markierung der Setztiefe

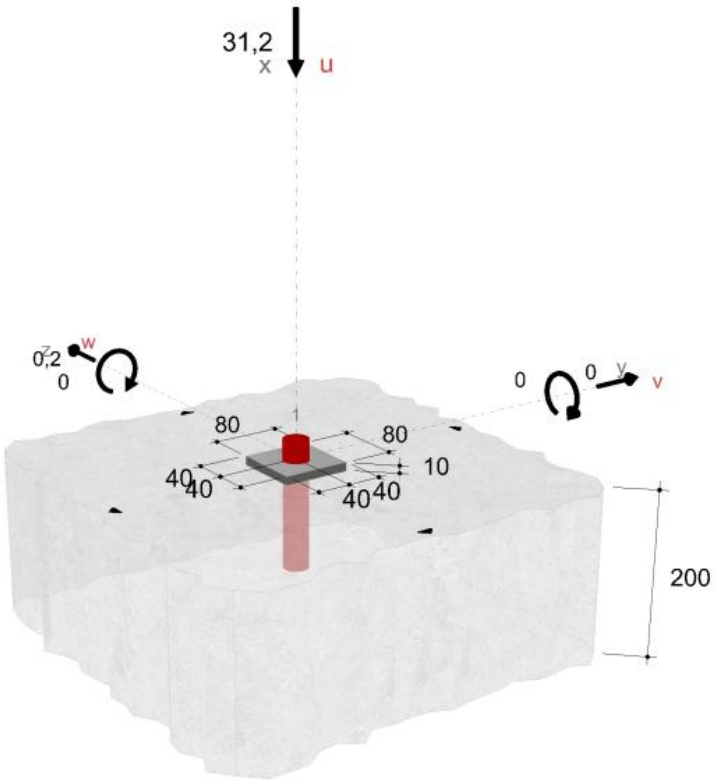
Mörtelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung
5918 500 320	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 320 ml
5918 500 420	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 420 ml
5918 503 825	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 825 ml
5918 504 280	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 280 ml

Gewählter Dübeltyp und Größe	**WIT-UH 300 + Ankerstange Meterware/ S M30**
Material	S 5.8
Effektive Verankerungstiefe	120 mm
Zulassung	ETA-17/0127 gültig ab 13.11.2020



Geometrie und Belastung:



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	V_{Edv} [kN]	V_{Edw} [kN]	M_{Edu} [kNm]	M_{Edv} [kNm]	M_{Edw} [kNm]	Belastungstyp
1		**-31,200**	**0,000**	**0,200**	-	**0,000**	**0,000**	**Normal**

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ **[kN]**	$(V^{Mx,i}_{Ed,y})$ [kN]	$(V^{Mx,i}_{Ed,z})$ [kN]	$(V^{Vy,i}_{Ed,y})$ [kN]	$(V^{Vz,i}_{Ed,z})$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ **[kN]**	$V^i_{Ed,z}$ **[kN]**	V^i_{Ed} **[kN]**
1	**0,000**	0,000	0,000	0,000	0,200	**0,000**	**0,200**	**0,200**

	$\Sigma N^i_{Ed,x}$ **[kN]**	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,y})$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,z})$ [kN]	$\Sigma (V^{Vy,i}_{Ed,y})$ [kN]	$\Sigma (V^{Vz,i}_{Ed,z})$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,y}$ **[kN]**	$\Sigma V^i_{Ed,z}$ **[kN]**	$\lvert\Sigma V^i_{Ed}\rvert$ **[kN]**
Summe	**0,000**	0,000	0,000	0,000	0,200	**0,000**	**0,200**	**0,200**

Zusammenfassung:

Beanspruchung	**Nachweis**	**Ausnutzung**	**Status**
Querkraft	Stahlversagen ohne Hebelarm	0,15 %	nachgewiesen
Querkraft	**Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Dübelgruppe)**	**0,19 %**	**nachgewiesen**

Ankerplattenbemessung:

Es wurde keine Ankerplattenbemessung durchgeführt. Der Nachweis der ausreichenden Steifigkeit ist vom Nutzer zu erbringen.

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.6.3. **D-503 Anschluss Treppenpodest – Innenwand Achse B**

Treppenwange		GL28h, b/h = 14/44 cm
Stützen	**St-02-A**	GL24h, b/h = 22/26 cm
	St-04-A	GL24h, b/h = 22/22 cm
	St-08	GL24h, b/h = 12/22 cm
VBM		9x VG-Schrauben ASSY plus 4 CH Ø8x200 mm (o.glw.)
Brandschutz		F30, Versenkmaß 30 mm und nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkung

Die Treppenwange (bzw. das Podest) werden in Achse B seitlich an die Stützen in der Innenwand angeschlossen. Maßgebend ist der Anschluss an die Stütze St-09 (neben Mittelstütze Treppe).

Lasten

Eigengewicht G_k = 5,33 kN

Nutzlast Q_k = 16,02 kN

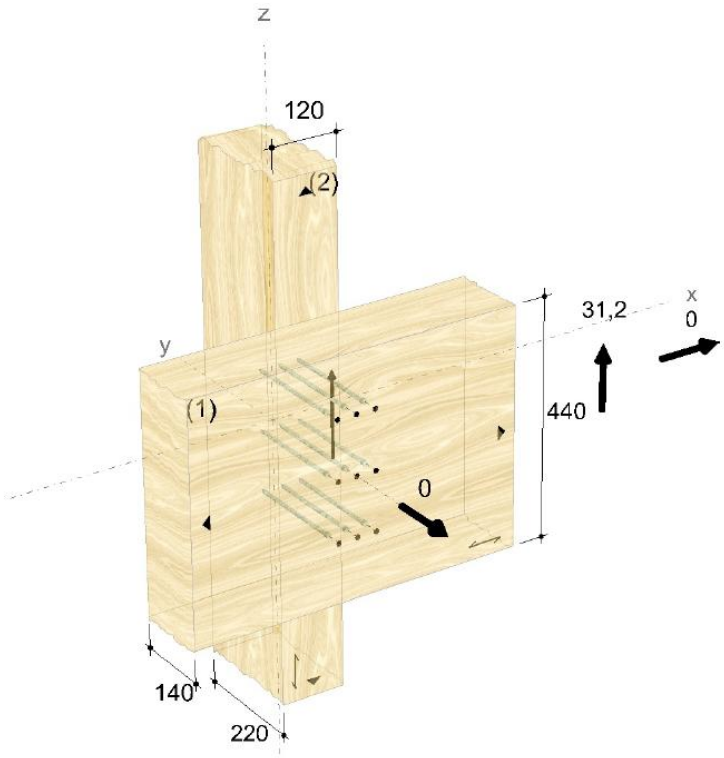
Bemessungslast N_{Ed} = 5,33*1,35 + 16,02*1,5 = **31,2 kN** k_{mod} = 0,9 (kurz)

Bemessung

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**9 x ASSY® plus VG 4 CH Ø8 x 200 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 008 200 (VE 75 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 22.01.2026
System	Queranschluss
Bauteil 1	horizontal
	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 140 mm | Höhe = 440 mm
Bauteil 2	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL24h
	Breite = 220 mm | Höhe = 120 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,z,d}$ = 31,20 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 1 nicht vorgebohrt
	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	gerade Einzelschrauben 90 ° | Vorgabe Versenkmaß = 30 mm
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm



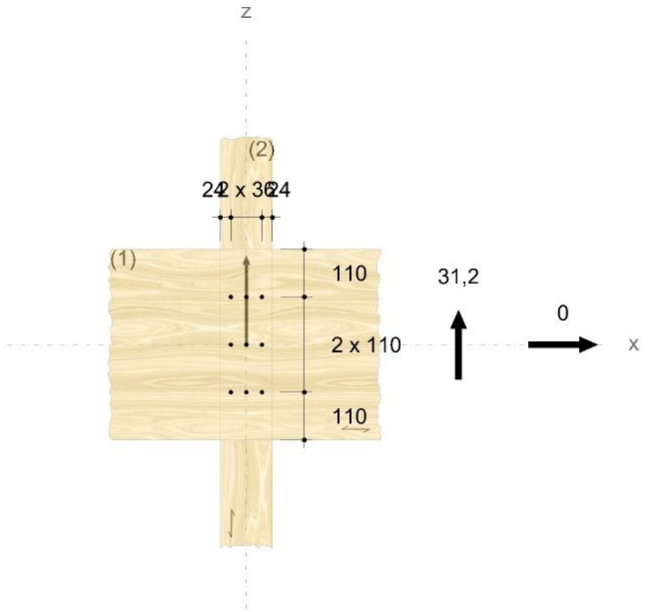


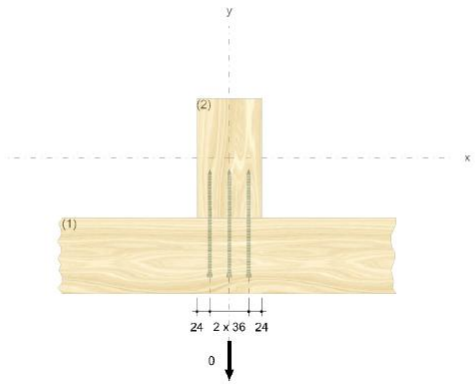
Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	vorhanden	
a_1	$(4+\lvert cos\,90°\rvert)\,d$	32	36	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3\,d$	24	110	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,90°\rvert)\,d$	32	110	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4sin\alpha)\,d = (3+4sin\,90°)\,d$	56	110	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,c}$	$3\,d$	24	24	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,0°\rvert)\,d$	24	36	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_1	$(4+\lvert cos\,0°\rvert)\,d$	40	110	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.





Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2026-01-22)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast in Richtung z-Achse $F_{v,z,d} = 31{,}20\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Verbindungsmittel	97,28 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.6.4. **D-504 Anschluss Trittstufen & Podest an Treppenwange**

Trittstufen	D30, b/h/t = 26/6,5/100 cm
Treppenwange	GL28h, b/h = 14/44 cm
Knagge	C24, b/h/t = 7/6,5/20; 3x VG-Schrauben ASSY plus 4 CH Ø8/80 (o.glw.)
VBM	Lagesicherung Stufen 2x VG-Schrauben ASSY plus 4 CH Ø8/60 (o.glw.)
Brandschutz	F30, Versenkmaß 30 mm und nachträgliche Verpfropfung

Vorbemerkung

Die Treppenstufen lagern mittels Knagge an der Treppenwange auf.

Lasten

Gem. LP4:

Eigengewicht G_k = 0,1 kN

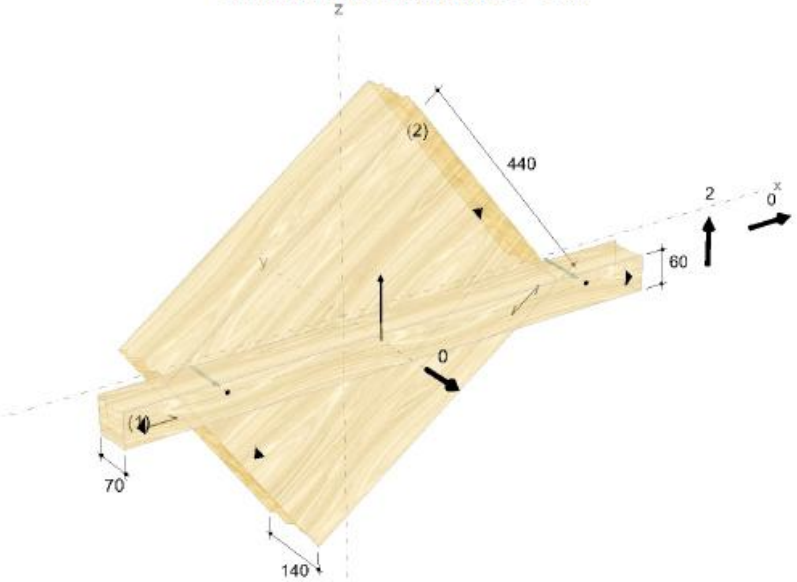
Nutzlast (Kat. E) Q_k = 1,0 kN

Bemessungslast N_{Ed} = **1,65 kN** k_{mod} = 0,9 (kurz)

Bemessung

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	**2 x ASSY® plus VG 4 CH Ø6 x 80 mm**
	Vollgewinde | Zylinderkopf
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 006 080 (VE 100 Stück)
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 22.01.2026
System	Anschlusstyp = Schräganschluss | Anschlusswinkel = 36 °
Bauteil 1	horizontal
	Nadelholz / Vollholz | Fichte, Kiefer, Tanne | C24
	Breite = 70 mm | Höhe = 60 mm
Bauteil 2	Brettschichtholz homogen | Fichte, Kiefer, Tanne | GL28h
	Breite = 140 mm | Höhe = 440 mm
Lasteinwirkung	$F_{v,z,d}$ = 2,00 kN | Lasteinwirkungsdauer = kurz
	Nutzungsklasse 1
Verbindungsmittel	Bauteil 1 nicht vorgebohrt
	Bauteil 2 nicht vorgebohrt
	Vorgabe Versenkmaß = 30 mm
	Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm

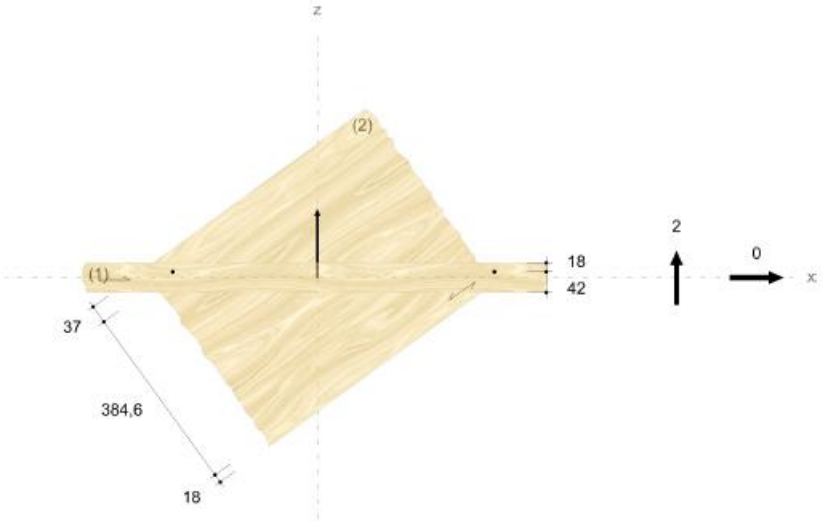


Montagedaten

Abstände - Bauteil 1 [mm]		Minimum	vorhanden	
a_1	$(4+\lvert cos\,90°\rvert)\,d$	24	654	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3d$	18	18	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,t}$	$(3+4sin\alpha)\,d = (3+4sin\,90°)\,d$	42	42	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Abstände - Bauteil 2 [mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{4,t}$	$(3+4sin\alpha)\,d = (3+4sin\,54°)\,d$	37	37	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
a_2	$(3+\lvert sin\,54°\rvert)\,d$	23	385	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2
$a_{4,c}$	$3d$	18	18	EN 1995-1-1 8.3.1.2 T.8.2

Die Minimalwerte können von den Mindestabständen nach EN 1995-1-1 Tabelle 8.2 aufgrund der Festlegungen der ETA-11/0190, der Bedingung DIN EN 1995-1-1 Abs. 8.3.1.2 (7) oder baukonstruktiver Randbedingungen abweichen.



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 14374:2004 + EN 14374:2016 Draft
EN 338 (2016-07) + EN 14081-1 (2016-06)
EN 636 (2015-05) + EN 13968 (2015-05) + DIN 20000-1 (2017-05)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-8 (2010-12) + DIN EN 1993-1-8/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2026-01-22)

Quellen

[1] Blaß H.J. und Laskewitz B. (2003). Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz.
[2] Blaß H.J. und Sandhaas C. (2016). Ingenieurholzbau - Grundlagen der Bemessung. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Zusammenfassung

Lastkombinationen

Bemessungslast in Richtung z-Achse $F_{v,z\alpha,d} = 2{,}00\,kN$

Nachweise	Ausnutzung
Beanspruchung rechtwinklig zur Verbindungsmittelachse Abscheren der Schrauben	69,23 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

IX.6.5. **D-505 Rahmenecke Treppenwange**

Bemessung

Treppenwange	b/h = 14/44 cm
VBM	innenliegendes Stahlblech, S235, t = 10 mm
	24 x SDü Ø8 mm
Brandschutz	F30, Versenkmaß 30 mm und nachträgliche Verpfropfung

s. LP4

IX.6.6. **D-506 Anschluss Treppenwange an B-E-12 Achse 10**

Treppenwange	GL28h, b/h = 14/44 cm
B-E-12	GL24h, b/h = 16/36 cm
VBM	**Ricon Knapp Verbinder S 140/60**
	HT: 7xVG Schrauben Ø8/80
	HT: 7xVG Schrauben Ø8/80

Lasten

G_k = 1,6 kN
Q_k = 5,6 kN

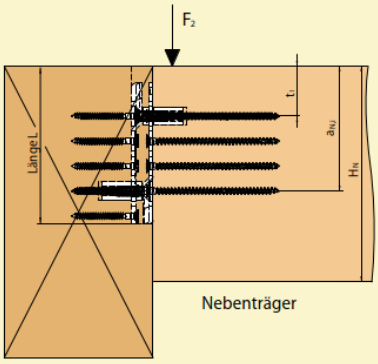
Q_d = 10,56 kN

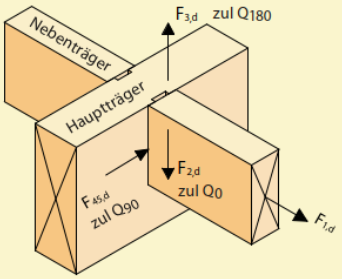
Bemessung

Belastungswerte

Mindestquerschnitte ohne Querzugverstärkung

Ricon® S	Haupt-Nebenträgerverbindungen					
	Breite B_N	Höhe H_N	Abstand $a_{N,i}$	Abstand t_1	Länge L	Verhältnis $a_{N,i}/H_N$
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
140/60	100	160	115	55	155	0,72
170/60	100	200	140	50	180	0,70
200/60	100	240	170	50	210	0,71
230/60	100	280	200	50	240	0,71
200/80	120	220	170	50	210	0,77
230/80	120	260	205	55	245	0,79
260/80	120	280	230	50	270	0,82
290/80	120	320	265	55	305	0,83





Ricon® S	Kragen-bolzen	Schraubenanzahl HT 8x80	Schraubenanzahl NT 8x160	Holzart	Charakt. Werte $R_{1,k}$ [kN]	Charakt. Werte $R_{2,k}$ | $R_{45,k}$ [kN]	Bemessungswerte $R_{2,d}$ und $R_{45,d}$ [kN] k_{mod} [NKL 1+2] 0,6	0,7	0,8	0,9	$R_{3,d}$ [kN] Sperr-klappe
140/60	VK D12	8	8	GL24h	13,0	34,0	18,8	22,0	25,1	28,2	15,5
	EK, GK M12	7	7	(BS11)	25,9	30,2	16,5	19,2	22,0	24,7	
170/60	VK D12	9	9	GL24h	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8	(BS11)	25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
200/60	VK D12	9	9	GL24h	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8	(BS11)	25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
230/60	VK D12	9	9	GL24h	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8	(BS11)	25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	

Nachweis Qd = 10,6 kN < $F_{2,d}$ = 18,8 kN → Nachweis erfüllt.

IX.6.7. **D-507 Unteres Auflager Treppenwange**

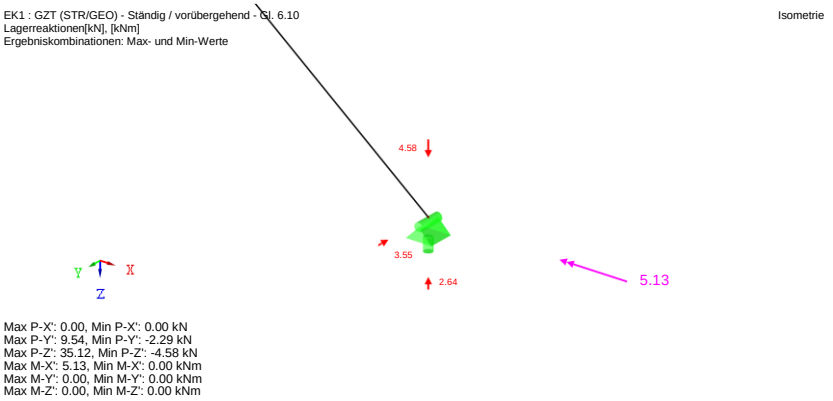
Treppenwange	GL24h, b/h = 14/44 cm
Bodenplatte	Fu-07 C30/37, d = 20 cm, unbewehrt
Ankerplatte	S235, b/h/t = 110/200/10 mm
Dübel	6x WIT-VIZ + W-VIZ/S M12, eff. Verankerungstiefe 125 mm (ETA-04/0095)
VBM	Schlitzblech S355 Abtrag des Moments über Blechbiegung, t/b/h = 25/200/200 mm 2x SDü d8x80 mm, Versenkmaß 30 mm und nachträgliche Verpfropfung
Brandschutz	F30

Grundlagen

s. LP4

Lasten

Treppenwange (GZT gelenkig, unten)



Nachweis Verankerung der Treppenwange in unbewehrter Bodenplatte Fu-07

Eingabedaten

Untergrund	Beton: gerissen | C20/25; f_{ck} = 20,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 25,00 N/mm² | h = 200 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer) | (Bemessung)
Bewehrung	Flächenbewehrung: Keine | Randbewehrung: Keine Spaltbewehrung: Nicht Vorhanden
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine Reinigungstyp: Standard (Ausblaspumpe), siehe Setzanweisung ETA-04/0095

Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
0905 441 271	**W-VIZ-A/S M12-125-25/170**	**M12**	**170 mm**	**25 mm**	**10**

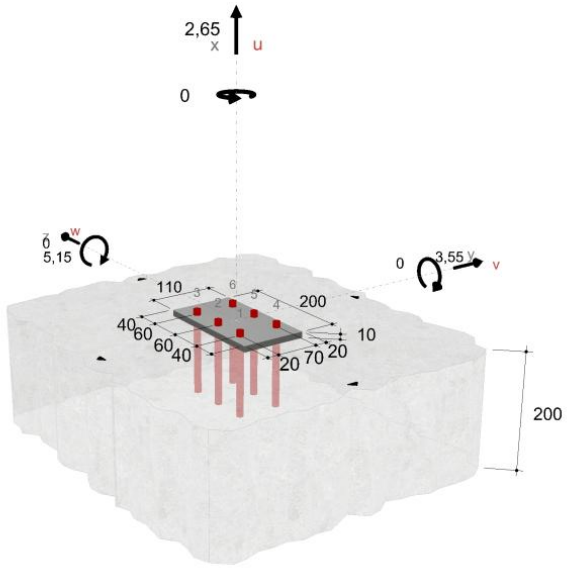
Mörtelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung
0905 440 002	WIT-VIZ Mörtelkartusche 150 ml (inkl. 1 Statikmischer + 1 Auspresskolben)
0905 440 003	WIT-VIZ Mörtelkartusche 330 ml (inkl. 1 Statikmischer)
0905 440 004	WIT-VIZ Mörtelkartusche 420 ml (inkl. 1 Statikmischer)

Gewählter Dübeltyp und Größe	**WIT-VIZ + W-VIZ/S M12**
Material	S -
Effektive Verankerungstiefe	125 mm
Zulassung	ETA-04/0095 gültig ab 21.07.2023



Geometrie und Belastung:



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	V_{Edv} [kN]	V_{Edw} [kN]	M_{Edu} [kNm]	M_{Edv} [kNm]	M_{Edw} [kNm]	Belastungstyp
1		**2,650**	**3,550**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**5,150**	**Normal**

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ [kN]	$(V^{Mx,i}_{Ed,y})$ [kN]	$(V^{Mx,i}_{Ed,z})$ [kN]	$(V^{Vy,i}_{Ed,y})$ [kN]	$(V^{Vz,i}_{Ed,z})$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ [kN]	$V^i_{Ed,z}$ [kN]	V^i_{Ed} [kN]
1	**21,918**	0,000	0,000	0,592	0,000	**0,592**	**0,000**	**0,592**
2	**21,918**	0,000	0,000	0,592	0,000	**0,592**	**0,000**	**0,592**
3	**21,918**	0,000	0,000	0,592	0,000	**0,592**	**0,000**	**0,592**
4	**0,000**	0,000	0,000	0,592	0,000	**0,592**	**0,000**	**0,592**
5	**0,000**	0,000	0,000	0,592	0,000	**0,592**	**0,000**	**0,592**
6	**0,000**	0,000	0,000	0,592	0,000	**0,592**	**0,000**	**0,592**

	$\Sigma N^i_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,y})$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx,i}_{Ed,z})$ [kN]	$\Sigma (V^{Vy,i}_{Ed,y})$ [kN]	$\Sigma (V^{Vz,i}_{Ed,z})$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,z}$ [kN]	$\lvert\Sigma V^i_{Ed}\rvert$ [kN]
Summe	**65,754**	0,000	0,000	3,550	0,000	**3,550**	**0,000**	**3,550**

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Zug	Stahlversagen	57,68 %	nachgewiesen
Zug	Herausziehen	68,35 %	nachgewiesen
Zug	**Betonausbruch**	**98,70 %**	**nachgewiesen**
Querkraft	Stahlversagen ohne Hebelarm	2,18 %	nachgewiesen
Querkraft	**Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Dübelgruppe)**	**3,53 %**	**nachgewiesen**
Zug/Querkraft Kombination	Interaktion (Stahlversagen)	33,32 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	**Interaktion (Andere als Stahl)**	**85,19 %**	**nachgewiesen**

Ankerplattenbemessung:

Es wurde keine Ankerplattenbemessung durchgeführt. Der Nachweis der ausreichenden Steifigkeit ist vom Nutzer zu erbringen.

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Bemessung Schlitzblech

Abtrag des Biegemoments über Blechbiegung

Max. Moment: **5,13 kNm = 513 kNcm**
S335, t = 25 mm = h; b = 200 mm

Widerstandsmoment Blech
$W = b*h^2/6 = 20\ cm *(2,5\ cm)^2/6 = 20,83\ cm^3$

$\sigma_{Ed} = 513\ kNcm/13,33\ cm^3 = 24,63\ kN/cm^2 < \sigma_{Rd} = 35,5\ kN/cm^2 \rightarrow$ OK.

Bemessung Schweißnaht

Einwirkungen:

parallel und orthogonal zur Schweißnaht, Biegung (Moment)

Schweißnahtnachweis nach DIN EN 1993-1-8:2012-12				
Richtungsbezogenes Verfahren für Kehlnähte				
rechtwinkliger Anschluß				
Doppelkehlnaht				
a_w [mm]	3		L_w [mm]	200
A_w [cm²]	12,0		Stahlsorte	S355
W_w [cm³]	40,0		$f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ [kN/cm²]	43,6
Beanspruchung				
$F_{II,Ed}$ [kN]	0		$F_{\perp,Ed}$ [kN]	3,55
$M_{y,Ed}$ [kNcm]	5,13			
Schweißnahtspannungen				
$\tau_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	0,3		$\sigma_{\perp,Ed}$ [kN/cm²]	0,3
$\tau_{II,Ed}$ [kN/cm²]	0,0			
$\sigma_{v,d}$ [kN/cm²]	0,6			
Nachweis				
$\sigma_{v,d}/[f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})]$	0,01	< 1		
$\sigma_{\perp,Ed}$ /$(0,9*f_u/\gamma_{M2})$	0,01	< 1		

Nachweis Schlitzblech-Stabdübel-Verbindung

→ Abtrag von Zugkraft Z_d = 2,65 kN

Stabdübel		d = 8 mm S 235	nach **DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12** (vereinfachtes Verfahren)
innenliegendes Stahlblech	t_S	25 mm S 235	
Anzahl der Bleche	n_t [-]	1	
Holzquerschnitt		GL 24h Nadelholz	
Dicke Seitenholz	t_1 [cm]	2,8 ≤ 4,7 Abminderung!	
		0	
Kraft–Faser–Winkel	α_1 [°]	0	
Fließmoment Stabdübel	$M_{y,Rk}$ [Nmm]	24.069	
Lochleibungsfestigkeit	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm²]	28,67	
Tragfähigkeit je Scherfuge	$F_{v,\alpha,Rk}$ [kN]	2,79	
Tragfähigkeit Bemessungswert	**$F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**5,08**	mit k_{mod} [-] 1,00
Anzahl in Faserrichtung	n_0 [-]	2	
Anzahl quer zur Faserrichtung	n_{90} [-]	1	
	n_{ef} [-]	1,63	
Bemessungswert VM-Gruppe	**$\Sigma F_{v,j,\alpha,Rd}$ [kN]**	**8,26**	

IX.6.8. **D-508 Anschluss Randstütze Treppe St-16 an Balken B-E-12 Achse 10**

Balken B-E-12	Gl24h, b/h = 14/44 cm
Randstütze St-16	C24, b/h = 10/10 cm
VBM	2x ASSY plus VG 4 CH Ø8x230 mm, Einschraubwinkel 70°
Brandschutz	F30, Versenkmaß 30 mm und nachträgliche Verpfropfung

Lasten

G_k = 1,6 kN
Q_k = 5,6 kN

Q_d = 1,35*1,6 kN + 1,5* 5,6 kN = **10,56 kN**

Bemessung

Konstruktive Sicherung. Übertragung von Druckkräften über Pressung. Ohne weitere Bemessung.

IX.7. D601-D605 Außentreppe

Bemessungen

s. Kapitel VIII.1

IX.7.1. D-601 Verankerung Treppenwange

Treppenwange	UPE180
VBM	Ankerplatte b/h/t = 150/180/25 mm, Doppelkehlnaht a_w = 3 mm
	Dübel 4x WIT-UH 300 + M10 S 8.8 $L_{eff} \geq$ 145 mm (ETA-17/0127 o.glw.)
Brandschutz	F30

IX.7.2. D-602 Verankerung Stützenfuß Treppenpodest

Stütze	HEB120
VBM	Ankerplatte b/h/t = 150/160/25 mm, Doppelkehlnaht a_w = 3 mm (am Steg)
	Dübel 4x M12 S 5.8 und WIT-UH 300, Verankerungstiefe $l_{eff} \geq$ 60 mm (ETA-17/0569) o.glw.
Brandschutz	F30

IX.7.3. D-603 Biegesteife Rahmenecke Treppenwange – Treppenpodest

Treppenwange	UPE180
Stütze	HEB120
VBM Wange	Kopfplatte S235, b/h/t = 70/180/10 mm, Doppelkehlnaht a_w = 4 mm
	Schrauben 4x M12 10.9
VBM Podest	Kopfplatte S235, b/h/t = 120/120/10 mm, Doppelkehlnaht $a_{w,a} = a_{w,f,u}$ = 4 mm; $a_{w,f,o}$ = 6 mm
	Schrauben 4x M12 10.9
Brandschutz	F30

IX.7.4. D-604 Anschluss Querträger an Hauptträger Treppenpodest

Querriegel	IPE100 bzw. IPE80
Hauptträger	HEB120
VBM	je 1x Ankerplatte S235 b/h/t = 60/30/6 mm
	2x M12 4.6 (gelenkiger Anschluss geschraubt)
Brandschutz	F30

IX.7.5. D-605 Anschluss Querriegel Treppe (Treppenstufen) an Wange

Treppenwange	UPE 180
Querriegel	IPE80
VBM	Doppelkehlnaht $a_{w,f}$ = 3 mm
Brandschutz	F30

IX.8. D701-702 Andere Details

IX.8.1. D-701 und D-702 Falttor B-E-13-B und B-E-09: Nachweis Balkenträger, Befestigung Tor, Anschluss an Stütze

B-E-09	GL24h, b/h = 22/56 cm
Balkenträger	**Ricon S 200/80**, 9xØ10x100 mm Schrauben Hauptträger 9xØ10x200 mm Schrauben Nebenträger und Kragbolzen VK D16 (o.glw.)
B-E-13-B	GL24h, b/h = 22/30 cm
Balkenträger	**Ricon S 140/60**, 8xØ8x80 mm Schrauben Hauptträger 8xØ8x160 mm Schrauben Nebenträger und Kragbolzen VK D12 (o.glw.)
Befestigung Tor	*Noch in Planung*
Brandschutz	F30

Vorbemerkung

Da im Rahmen der LP4 die zusätzlichen Lasten aus dem abgehangenen Tor auf die Balken B-E-13 (Mittelbalken Achse C) sowie B-E-09 (Abfangträger Tor Innenhof) noch nicht berücksichtigt wurden, werden diese in den RFEM-Modellen für GZT und GZG aufgebracht und geprüft.

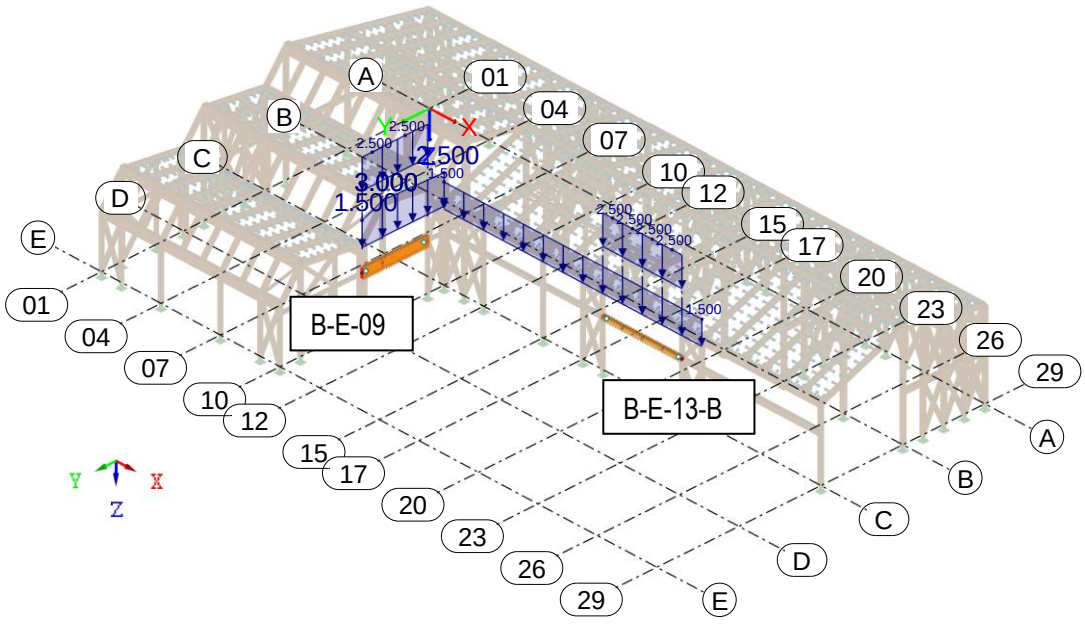
Lasten

Analog zu D-701:

$g_{k,Falttor}$ = 2,5 kN/m

LF2 : G Ausbau
Belastung [kN/m], [kN/m^2]

Isometrie

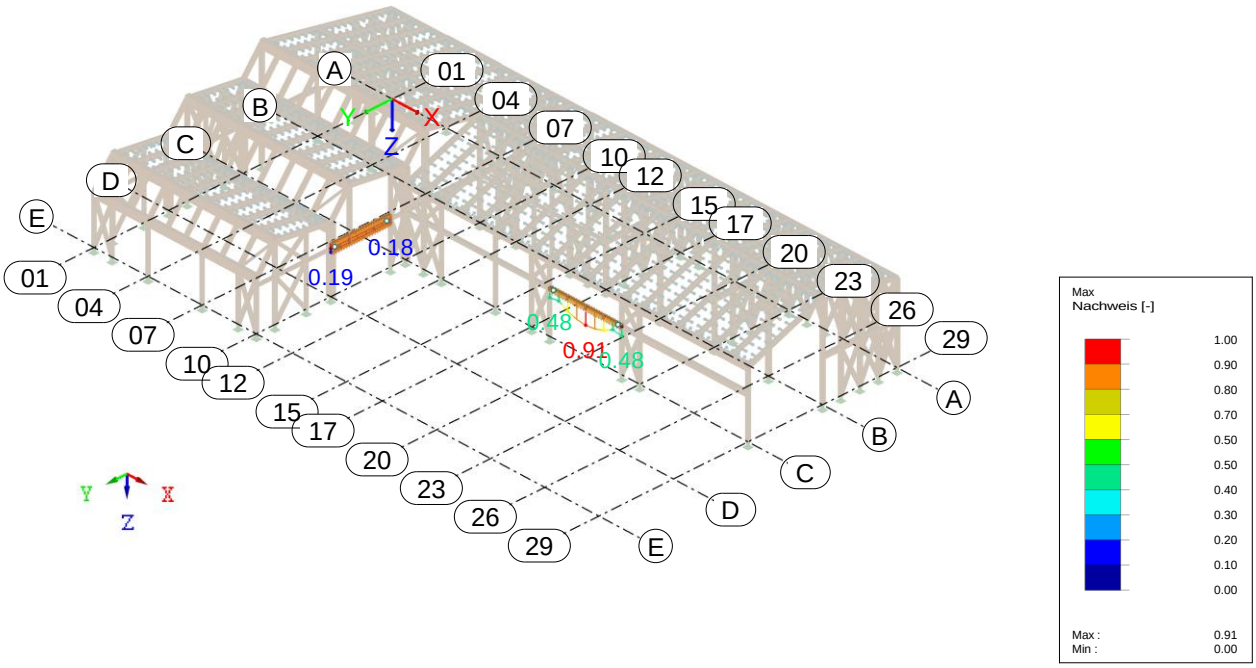


Bemessung

GZT

RF-HOLZ Pro FA1
Tragfähigkeit - Querschnittsnachweis

Isometrie



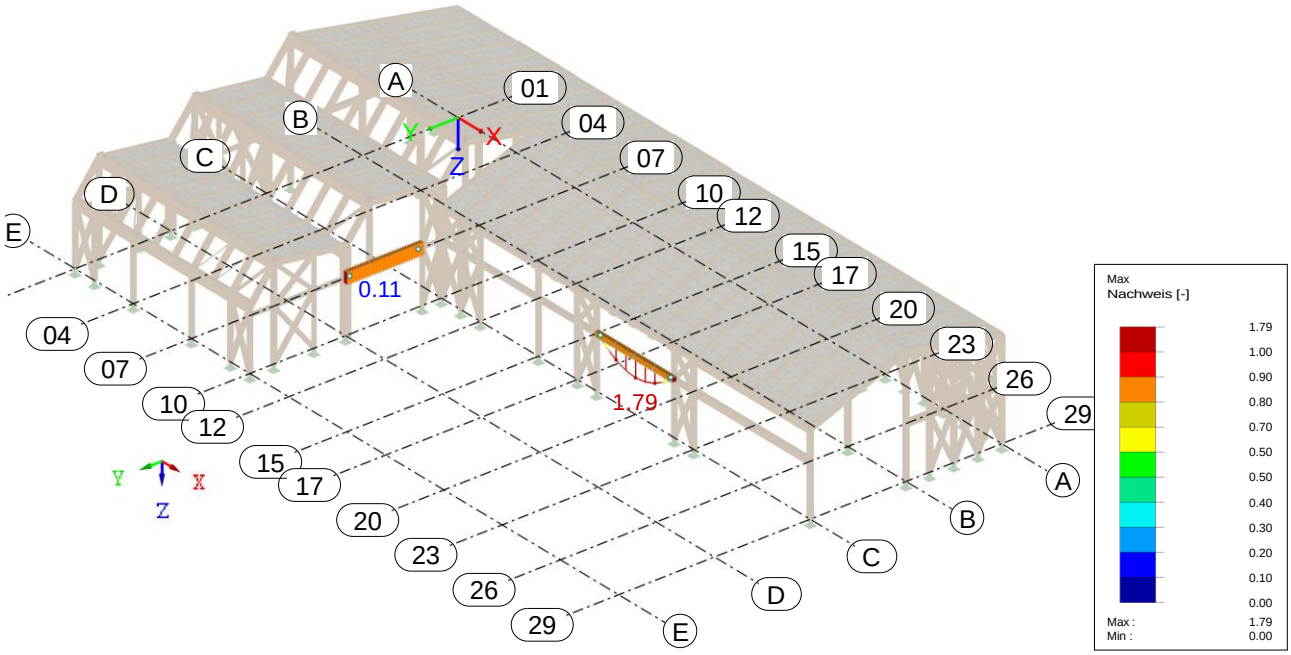
Stäbe Max Nachweis: 0.91

→ i.O.

GZG

RF-HOLZ Pro FA1
Tragfähigkeit - Querschnittsnachweis

Isometrie



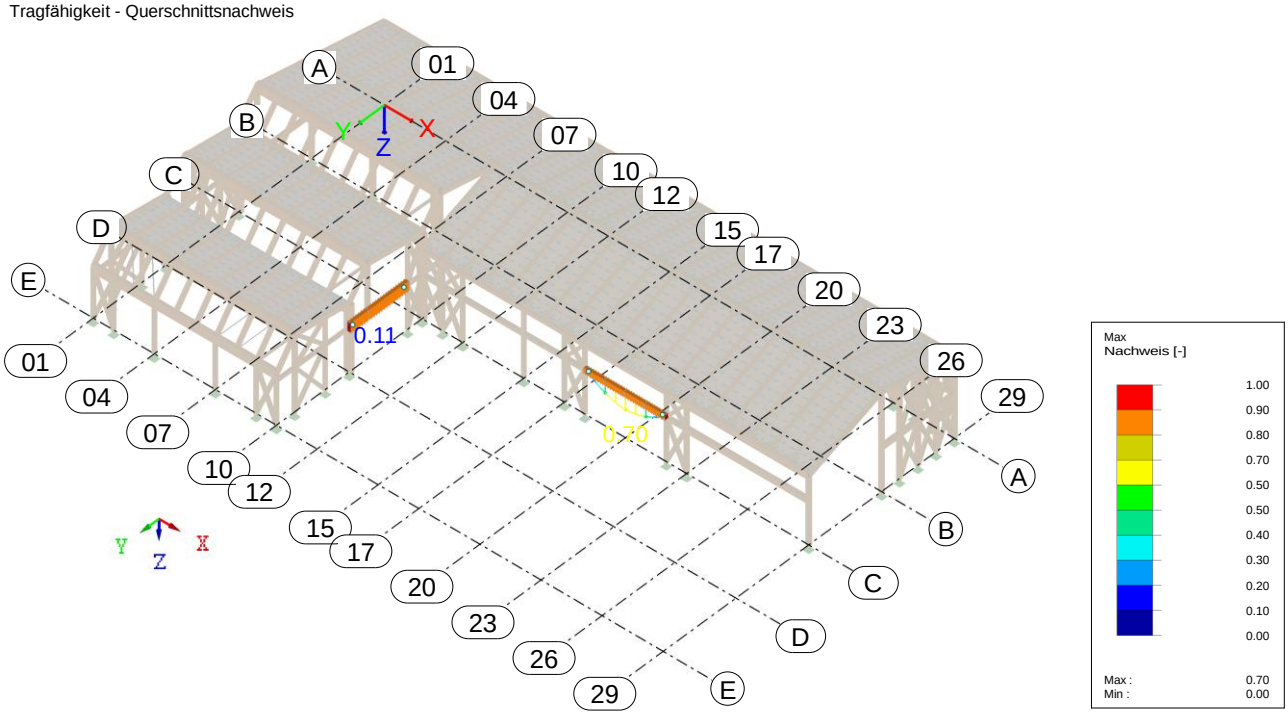
Stäbe Max Nachweis: 1.79

Daraus ergibt sich, dass das Tor in Achse 10 vom Balkenträger B-E-09 abgehangen werden kann, Die Abhängung des Tors in Achse C18-22 hingegen führt dazu, dass das Gebrauchstauglichkeitskriterium nicht eingehalten wird. Die **Querschnittshöhe des Trägers B-E-13 wird angepasst auf h = 300 mm.**

GZG-Nachweis nach Querschnittserhöhung

RF-HOLZ Pro FA1
Tragfähigkeit - Querschnittsnachweis

Isometrie



Stäbe Max Nachweis: 0.70

→ 70% i.O.

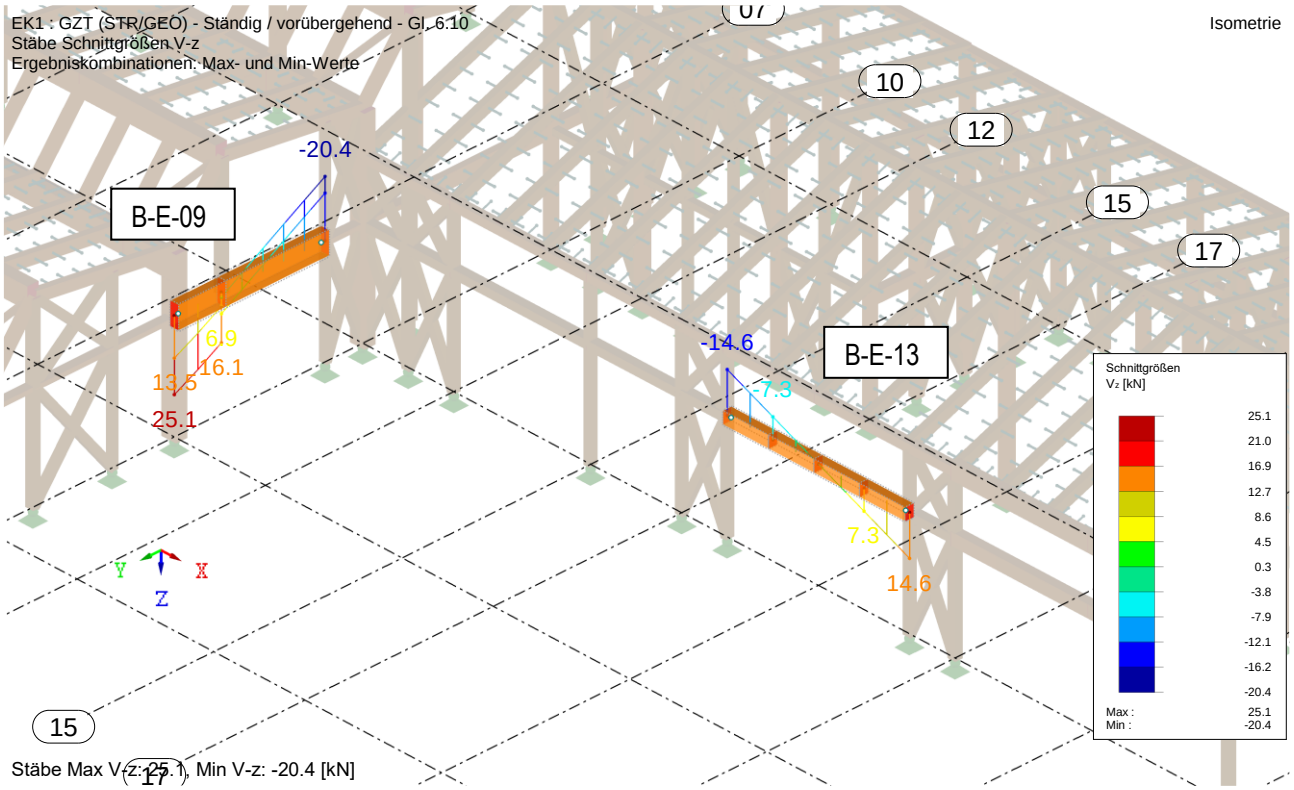
Bemessung Anschluss der Balkenträger an die Stützen:

Die erhöhten Auflagerkräfte infogel Abhängung Tor werden berücksichtigt.

Bemessungslasten (aus RFEM-Modell)

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Stäbe Max V-z: 25.1, Min V-z: -20.4 [kN]

B-E-09 $V_{z,d}$ = **25,1 kN**

B-E-13 $V_{z,d}$ = **14,6 kN**

In horizontaler Richtung zzgl. Windlasten

B-E-09: Abfangträger Tor Innenhof

h_{unten} = 2,7 m (wird zur Hälfte berücksichtigt)

h_{oben} = 2,7 m (wird zur Hälfte berücksichtigt)

Durchlässigkeit des Tors: angenommen mit 0%

Böengeschwindigkeitsdruck q_p = 0,67 kN/m²

Linienlast: w_k = 0,5*(2,7m+2,7m)* 0,67 kN/m² = 1,81 kN/m

Auflagerlast: W_k = w *4 m*0,5 = 1,81 kN/m * 4 m/2 = 3,62 kN

W_d = 1,5 * 3,62 kN = **5,43 kN**

B-E-13

h_{unten} = 2,7 m (wird zur Hälfte berücksichtigt)

h_{oben} = 1,5 m (wird zur Hälfte berücksichtigt)

Durchlässigkeit des Tors: angenommen mit 0%

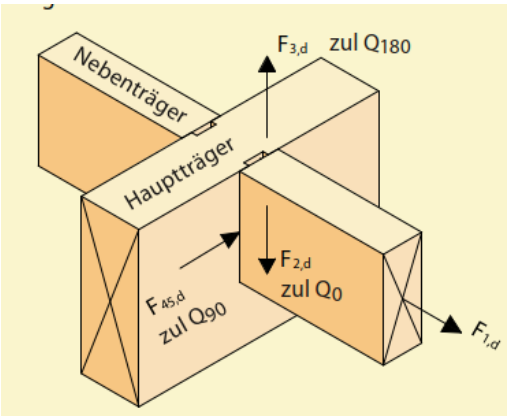
Böengeschwindigkeitsdruck q_p = 0,67 kN/m²

Linienlast: w_k = 0,5*(2,7+1,5)* 0,67 kN/m² = 1,41 kN/m

Auflagerlast: W_k = w *5 m*0,5 = 1,41 kN/m * 5 m/2 = 3,53 kN

W_d = 1,5 * 3,53 kN = **5,29 kN**

Wahl der Ricon Einschubverbinder



B-E-09 b/h = 22/56 cm

V_d = 25,1 kN

k_{mod} = 0,6 (NKL1, KLED: ständig)

H_d = 5,43 kN

k_{mod} = 0,9 (NKL1, KLED: k./s.k.)

Ricon® S	Kragen-bolzen	Schraubenanzahl HT 10x100	Schraubenanzahl NT 10x200	Holzart	Charakt. Werte $R_{1,k}$ [kN]	Charakt. Werte $R_{2,k}$ | $R_{45,k}$ [kN]	Bemessungswerte $R_{2,d}$ und $R_{45,d}$ [kN] k_{mod} [NKL 1+2] 0,6	0,7	0,8	0,9	$R_{3,d}$ [kN] Sperrklappe
200/80	VK D16	9	9	GL24h (BS11)	18,0	50,0	29,7	34,7	39,6	44,6	15,5
	EK, GK M16	8	8		36,0	48,7	26,6	31,0	35,4	39,8	
230/80	VK D16	9	9	GL24h (BS11)	18,0	50,0	29,7	34,7	39,6	44,6	15,5
	EK, GK M16	8	8		36,0	48,7	26,6	31,0	35,4	39,8	
260/80	VK D16	9	9	GL24h (BS11)	18,0	50,0	29,7	34,7	39,6	44,6	15,5
	EK, GK M16	8	8		36,0	48,7	26,6	31,0	35,4	39,8	
290/80	VK D16	9	9	GL24h (BS11)	18,0	50,0	29,7	34,7	39,6	44,6	15,5
	EK, GK M16	8	8		36,0	48,7	26,6	31,0	35,4	39,8	

$R_{1,k}$ Charakteristische Tragfähigkeit in Richtung der Nebenträgerachse
$R_{2,k}$ Charakteristische Tragfähigkeit in Einschubrichtung
$R_{3,k}$ Charakteristische Tragfähigkeit entgegen der Einschubrichtung
$R_{45,k}$ Charakteristische Tragfähigkeit rechtwinklig und mittig zur Einschubrichtung
$R_{2,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit in Einschubrichtung
$R_{3,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit entgegen der Einschubrichtung
$R_{45,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit rechtwinklig und mittig zur Einschubrichtung

Geprüft: an der Universität Karlsruhe (TH)
Bauzulassung: vom Deutschen Institut für Bautechnik, Berlin, Nr. Z-9.1-698
Überwacht: durch die Universität Karlsruhe (TH) Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Blaß, in Zusammenarbeit mit der Holzforschung Austria

$R_{2,d} = R_{45,d} = \underline{29{,}7\ kN > 25{,}1\ kN}$ → NW OK.

B-E-13 b/h = 22/30 cm
V_d = 14,6 kN
k_{mod} = 0,6 (NKL1, KLED: ständig)

H_d = 5,29 kN
k_{mod} = 0,9 (NKL1, KLED: k./s.k.)

Ricon® S	Kragen-bolzen	Schraubenanzahl HT 8x80	Schraubenanzahl NT 8x160	Holzart	Charakt. Werte $R_{1,k}$ [kN]	Charakt. Werte $R_{2,k}$ | $R_{45,k}$ [kN]	Bemessungswerte $R_{2,d}$ und $R_{45,d}$ [kN] k_{mod} [NKL 1+2] 0,6	0,7	0,8	0,9	$R_{3,d}$ [kN] Sperr-klappe
140/60	VK D12	8	8	GL24h (BS11)	13,0	34,0	18,8	22,0	25,1	28,2	15,5
	EK, GK M12	7	7		25,9	30,2	16,5	19,2	22,0	24,7	
170/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
200/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	
230/60	VK D12	9	9	GL24h (BS11)	13,0	34,0	21,2	24,7	28,2	30,9	15,5
	EK, GK M12	8	8		25,9		18,8	22,0	25,1	28,2	

$R_{2,d} = R_{45,d} = \underline{18{,}8\ kN > 14{,}6\ kN}$ → NW OK.