

Statischer Nachweis der Tragkonstruktion

Bauvorhaben **Sanierung des Theaterhauses
"Uckermärkische Bühnen"
Berliner Str. 46-48
16303 Schwedt/Oder**

Bauherr **Stadt Schwedt/Oder**
Dr.-Theodor-Neubauer-Straße 5
16303 Schwedt/Oder

Generalplaner/
Objektplaner/
Auftraggeber

Tragwerksplaner/
Auftragnehmer

aufgestellt

Potsdam, den

17.03.2025

.....

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Tragwerksbeschreibung	3 bis 9
A	Einwirkungen	A-1 bis A-10
B	Ebene 7	B-1 bis B-5
C	Ebene 6	C-1 bis C-1
D	Ebene 5	D-1 bis D-6
E	Ebene 4	E-1 bis E-1
F	Ebene 3	F-1 bis F-96
G	Ebene 2	G-1 bis G-204
H	Ebene 1	H-1 bis H- 137
I	Ebene 0	I-1 bis I-2
J	Wände	J-1 bis J-1
K	Gründung	K-1 bis K-1

Anlagen

1.1	Auszüge ETA-20/0917, Fa. Lindapter Hollo-Bolt Hohlraumbefestigung
2	Bemessungstabellen Ziegel- Flachstürze, Fa. Wienerberger
3	Produktinformationen Fa. Knauf, System Gifa Floor frei tragende Bodensysteme
H1	Ergebnisse der elektronischen Stütz- und Schnittgrößen- berechnung, Spannungsnachweise für Pos. 0.03 Treppe Foyer
H2	Auszug Statik, Ausführungszeichnungen 1. Nachtrag Veranstaltungs- und Tagungshaus aufgestellt 18.10.2001 durch Ing. Ziemendorf &Effenberger GbR

Positionspläne

Bl.-Nr.	Bezeichnung
P1	6. OG (Ebene 7) Grundriss, Draufsicht Verdachung
P2	5. OG (Ebene 6), Grundriss, Draufsicht Verdachung
P3	4. OG (Ebene 5), Grundriss, Draufsicht Verdachung
P4	3. OG (Ebene 4), Grundriss, Draufsicht Verdachung
P5	2. OG (Ebene 3), Grundriss
P5.1	Decke über 2.OG (Ebene 3), Einbau neuer Oberlichter Schnitte, Details
P5.2	Südostfassade, Bereich Achse 10/B-H, Verschattung Schnitt, Details
P6	1.OG (Ebene 2), Grundriss
P6.1	1. OG (Ebene 2) Bereich Achsen A-D/8-10 neue Deckenkonstruktion, Grundrissausschnitt, Details, Schnitt A-A
P6.2	1./2. OG (Ebene 2/3) Bereich Achsen G-I/7-8 neuer Verbindungssteg, Grundrissausschnitt, Schnitte
P7	EG (Ebene 1), Grundriss
P7.1	EG (Ebene 1), Durchgang Fluchtweg Achse 5'/A-B, Grundriss, Schnitt
P7.2	EG (Ebene 1) Fluchttreppe Foyer EG - 1.OG, Pos. 0.03 Grundriss, Schnitte, Details
P8	Untergeschoss (Ebene 0), Grundriss

1 Tragwerksbeschreibung

1.1 Bearbeitungsgegenstand

Nachstehend wird die statische Berechnungen für das Bauvorhaben

Sanierung des Theaterhauses "Uckermärkische Bühnen"

Berliner Straße 46-48
16303 Schwedt/Oder

aufgestellt.

Bei dem Gebäude handelt es sich um einen denkmalgeschützten Bestandsbau. Durch Sanierung und Umbau werden einzelne Teile der Tragkonstruktion verändert. Der Festigkeitsnachweis für die Bauteile wird in dem Umfang für diese Bauteile erbracht, wie es zum Nachweis der Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit erforderlich ist.

Dabei werden insbesondere die neuen Deckenkonstruktionen über Ebene 2, Stürze, Unterzüge, Treppen und Podeste, Gründungsbauteile sowie umzubauende Bauteile statisch nachgewiesen bzw. die auftretenden Beanspruchungen mit der statischen Berechnung von 1974 abgeglichen.

Für die neuen sowie im Verhältnis zum Bestand höher beanspruchte Gründungen werden die Sohlspannung ermittelt und mit den Vorgaben des Baugrundgutachtens abgeglichen.

Die statische Berechnung ist durch einen zugelassenen Prüfsachverständigen zu prüfen und freizugeben. Erst danach ist sie für die Ausführung zu verwenden.

1.2 Arbeitsgrundlage

Den statischen Betrachtungen zu den Bestandstragelementen liegen die zur Erbauungszeit geltenden Bestimmungen und Normen zugrunde. Für neu eingebaute Tragelemente sind die derzeit geltenden Bestimmungen und Normen anzuwenden. Die bisherigen Erkenntnisse aus den Bestandsunterlagen sind durch Sondierungen zu verifizieren.

Die Bearbeitung erfolgt auf der Grundlage folgender Unterlagen:

Blatt Nr.	891-1.05.01_00	Grundriss UG (Ebene 0)
Blatt Nr.	891-1.05.02_00	Grundriss EG (Ebene 1)
Blatt Nr.	891-1.05.03_00	Grundriss 1.OG (Ebene 2)
Blatt Nr.	891-1.05.04_00	Grundriss 2.OG (Ebene 3)
Blatt Nr.	891-1.05.05_00	Grundriss 3.OG (Ebene 4)
Blatt Nr.	891-1.05.06_00	Grundriss 4.OG (Ebene 5)
Blatt Nr.	891-1.05.07_00	Grundriss 5.OG (Ebene 6)
Blatt Nr.	891-1.05.08_00	Grundriss 6.OG (Ebene 7)
Blatt Nr.	891-1.05.09_00	Dachaufsicht
Blatt Nr.	891-1.05.10_00	Schnitt A-A
Blatt Nr.	891-1.05.11_00	Schnitt A-A
Blatt Nr.	891-1.05.15_00	Ansicht Nord- West
Blatt Nr.	891-1.05.16_00	Ansicht Nord- Ost
Blatt Nr.	891-1.05.17_00	Ansicht Süd- West
Blatt Nr.	891-1.05.18_00	Ansicht Süd- Ost

- Bestandsstatik Teile I und II von 1973 für die Massivbauteile durch das tschechische Ingenieurbüro Agroprojekt Praha
- Bestandsstatik Teile A und B von 1973 für die Stahlbauteile durch VEB Sächsischer Brücken- und Stahlhochbau Dresden
- Gutachten vom 10.12.2021 von pib Prenzlauer Ingenieurbüro zur Beurteilung der Standsicherheit der Außenwandstützen des Hauptgebäudes
- Prüfbericht Nr. 007/00362-22/005 P01 vom 08.12.2023 von Dipl.-Ing. Bernd Heidenreich zu vorgenanntem Gutachten von pib (Prenzlauer Ing.- Büro)
- Sachverständigengutachten Nr. 02-2001 vom 29.06.2001 von Thomas Carl

1.3 Gebäudebeschreibung

1.3.1 Übersicht

Das Theatergebäude wurde von 1974 bis 1978 durch den Generalauftragnehmer VEB Bau- und Montagekombinat Ost, Betriebsstil Schwedt erbaut. Die gesamte Objektplanung und die Tragwerksplanung der massiven Stahlbetonbauteile wurde durch das tschechische Ingenieurbüro Agroprojekt Praha erstellt. Die Stahlkonstruktion wurde durch VEB Sächsische Brücken- und Stahlhochbau Dresden geplant. Bühnen- und Zuschauerhaus sind als Stahlbeton-Skelettbau mit Mauerwerksausfachungen errichtet. Auf Fotos aus der Errichtungszeit ist erkennbar, dass die Mauerwerksbereiche gemischt aus Ziegeln, Kalksandstein und Gasbeton hergestellt wurden. Im Grundriss polygonal gestaltet, ragt die Stahlbetonkonstruktion des Bühnenturms über Zuschauer- und Bühnenhaus deutlich hinaus. Die Überdachungen sind jeweils als Stahlkonstruktion ausgeführt. Über Saal und Bühnenturm spannen große Fachwerkträgern. Über Foyer und 2.Obergeschoss des Bühnenhauses wurden wegen der kürzeren Spannweiten Doppel-T-Träger verwendet. Auf den Trägern sind Stahlblechtrapezprofilband für die Ausbildung eines Bitumen-Weichdachaufbaus verlegt. Im Grundriss gliedert sich das Kulturhaus in die Funktionsbereiche Zuschauerhaus mit Vestibül, Foyer und Großer Saal sowie das Bühnenhaus mit Hauptbühne und Nebenbühnen, Kulissenmagazin, ehemaligen Zirkelräumen sowie Verwaltungsräumen. Zuschauer- und Bühnenhaus sind als zwei Gebäudeteile konstruiert und mit einer durchgehenden Raumfuge getrennt. Hier können etwaige auftretende Zwängungen schadensfrei ausgeglichen werden.

Das Gebäude hat etwa folgende Hauptabmessungen:

max. Länge / Breite / max. Höhe (Bühnenhaus) ü. Gelände - 55 / 65 / 24,5 m

1.3.2 Aussteifung - Stabilität

Die stählerne Dachkonstruktion wird mit Verbänden ausgesteift. Dieses Dachtragwerk ist auf dem Stahlbeton-Skelettbau verschieblich aufgelagert. Diese Ausführung entspricht nicht der ursprünglich durch das tschechische Ingenieurbüro Agroprojekt Praha geplanten Ausführung. Hier wurde für die Beanspruchung der Fassadenstützen eine Kopplung mit mehrerer Innenstützen (3 Stützenreihen) zugrundegelegt.

Das Prenzlauer Ingenieurbüro pib hat eine statische Nachrechnung erstellt, um zu zeigen, dass ausgewählte Randstützen die Wind-, Schnee- und außermittigen Eigenlasten auch ohne eine Kopplung mit weiteren Innenstützen sicher ableiten können. Die statischen Nachweise wurden durch das Ing. Büro Dipl.-Ing. Bernd Heidenreich geprüft (Prüfbericht Nr. 007/00362-22/005 P01 vom 08.12.2023).

Der Bühnenturm ist aus Stahlbetonwandscheiben aufgebaut. Er ragt etwa 14m aus dem umgebenden Hinterbühnenbereich heraus. Dessen Deckenscheiben, Stützen und Wandscheiben im Bereich der Achsen 5' bis 10 schließen am Bühnenturm an.

Der Zuschauerbereich zwischen den Achsen 1 bis 5' ist vom Bühnenbereich durch eine durchgehende Gebäudetrennfuge in Achse 5' entkoppelt. Hier soll ein Ausgleich von Zwängungsbeanspruchungen erfolgen können. Das Zuschauerhaus ist im Bereich des Großen Saales vier- bzw. fünfgeschossig und ragt etwa 6m aus den umschließenden dreigeschossigen Foyer- und Seitenbereichen heraus. Der gesamte Zuschauerbereich ist durch die Decken- und Wandscheiben in sich ausgesteift. Die Stahlbetonstützen kragen im 1. Obergeschoss aus und sind im Erd- bzw. Untergeschoss eingespannt.

1.3.3 Stählerne Dachkonstruktionen

Das stählerne Dachtragwerk über dem Bühnenturm ist aus Fachwerkträgern konstruiert. Die Oberkante liegt bei etwa 22m über der Bühne. Zwischen den Bindern spannt Stahlblechtrapezprofilband für den Dachaufbau.

Eine ähnliche Fachwerkträgerkonstruktion mit quer spannendem Stahlblechtrapezprofilband ist über dem Zuschauerraum angeordnet. Dessen Oberkante liegt etwa 13,5m über der Bühne.

Die Dachtragwerke über Foyer und 2.Obergeschoss des Bühnenhauses wurden wegen der kürzeren Spannweiten Doppel-T-Träger angeordnet. Die Dachoberkante liegt bei etwa 7,5m über der Bühne.

Die statische Untersuchung des Prenzlauer Ingenieurbüros ergab als Nebenbefund eine nur für die Dacheigenlasten ausreichend tragfähige Ausbildung des verwendeten Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm (Pos. D1.2) bei Unterkonstruktionen mit Achsabständen von 6m. Diese Spannweiten gelten für alle Dächer außer dem Bühnenturmdach. Hier sind die Fachwerkbinder wegen der schweren Bühnentechnik mit einem kleineren Binderabstand von 310, 320, 350 bzw. 450cm angeordnet. Für alle übrigen Dächer müssen bisher größere Schneelasten durch Beräumen ausgeschlossen werden. Für die Bemessung der Stahlblechtrapezprofilband wurde abweichend von der übrigen Tragkonstruktion keine statische Berechnung bzw. Prüfbericht aus der Bauzeit aufgefunden. Es ist davon auszugehen, dass dieser Zustand seit der Errichtung existiert. Im Zuge der Sanierung ist die Erneuerung der Wärmedämmung/ Abdichtung der Flachdächer geplant, dadurch wird eine Leichterung des Dachaufbaues erreicht, was den rechn. Nachweis zur Aufnahme der regulären Schneelasten ermöglicht.

Sollten unter besonderen Wetterbedingungen Schneeanhäufungen insbesondere an Höhenversprüngen der Dächer auftreten, die $1,0 \text{ kN/m}^2$ (entspricht 100 kg/m^2) überschreiten, so sind diese durch Beräumen zu reduzieren.

Zum Einbau neuer Oberlichter in der Dachkonstruktion über Ebene 2 werden die Stahl-Trapezbleche jeweils durch Wechselträger (Pos. D2.1.1/ D2.2.1/ D2.3.1) abgefangen. Diese schließen mit verschraubten Winkelprofilen an die Hauptträger (Pos. D2.1.2/ D2.2.2/ D2.3.2) an, die Lastweiterleitung erfolgt durch Anschluss an die Bestandsbauteile.

1.3.4 Geschossdecken/ Unterzüge

Die massiven Geschossdecken sind im Wesentlichen aus 18cm starken Stahlbetonplatten zwischen Unterzügen (UZ nur in Längsrichtung) ausgeführt. Die Stahlbetondeckenplatte über dem ehemaligen Luftschutzraum im Untergeschoss (Achsen A-B/ 7-9) ist 40cm dick. Die Deckenplatte über der ehemaligen Durchfahrt (Achsen 9-10) ist als ehemaliger Notausgang für den Luftschutzraum 30cm stark.

Unter dem Zuschauerraum ist eine geneigt und abgetreppte Stahlbetondeckenplatte ausgeführt worden. Ihre mittlere (d.h. für den rechnerischen Nachweis angenommene) Konstruktionsdicke ist 20cm.

Als Konstruktionsbeton wurde gemäß technischem Erläuterungsbericht B300 und für die Deckenplatten Bewehrungsstahl A I sowie für die Unterzüge Bewehrungsstahl A III verwendet.

Im Bereich der Achsen 1-2/ D und G wurden die Bestandsunterzüge über EG z.T. untermauert (Pos. 0.01). Diese zusätzlichen Unterstützungen wurden in der Bestandsstatik nicht berücksichtigt. Im Zuge der Sanierung sollen mit Trockenbau verkleideten Wandöffnungen wieder freigelegt werden.

Abweichend von den sonstigen massiven Decken wurden die Geschossdecken über dem 1. OG (Ebene 2) in den Bereichen Achse G-J/8-10 sowie B-D/ 9-10 als stählerne Deckenkonstruktionen auf Stahlstützen gebaut. Die Deckenkonstruktion einschl. der Stahlstützen im Bereich der Achsen G-J/8-10 ist bauzeitlich. Im Bereich der Achsen B-D/ 9-10 wurde die Stahlkonstruktion deutlich später eingebaut. Diese Stahlkonstruktion wird zurückgebaut und vollständig ersetzt (Pos. 0.06). Die neuen Stahl- Deckenträger werden mit max. Abstand von 0,9m untereinander verlegt. Sie tragen die Beanspruchungen aus den oberseitig aufgetragenen Gipsfaserplatten (z.B. GIFA floor Fa. Knauf o.glw.) ab. Die Lastweiterleitung erfolgt mittels Schraubverbindungen in die deckengleichen Hauptträger. Diese leiten die Belastungen aus Eigengewicht und der Nutzlast in die Bestandskonstruktion ab. Im Bereich der Achsen 10/B,C,D schließen die Hauptträger an die vorhandenen Stahlbetonstützen an. Diese werden durch bis in Deckenebene über EG geführten Winkelprofile eckseitig eingefasst. Der Anschluss erfolgt durch Schraubverbindungen an Anschlussplatten. Die übrige Lasteinleitung in die Bestandsbauteile erfolgt durch neue Stahl- und Stahlbetonstützen bzw. der Trägerlagerung im Wandmauerwerk des Lastenaufzuges.

Der Zugang zum Maschinenraum über dem Lastenaufzug erfolgt über eine in Zugangsebene eingebaute gleichartige Podestkonstruktion aus Stahlprofilen. Im Bereich Achsen G-I/8-9 wird über Deckenebene 2 ein Verbindungssteg als Stahlträgerkonstruktion mit oberseitiger aufgetragenen Gitterrosten eingebaut (Pos. 0.05). Die Ablastung erfolgt über die randseitig in den Bestandswänden befestigten Trägerprofile sowie die raumseitigen Abhängungen über Querträger zu den vorhandenen Deckenträgern der Achsen H, I.

1.3.5 Treppen und -podeste

Die Treppenläufe sind im Allgemeinen als Stahlbetonplatten massiv ausgeführt. In den beiden spitzwinkligen Ecken des Bühnenturmes sind in den jeweiligen Treppenhäusern Stahltreppen eingebaut worden. Zu beiden Konstruktionen liegen bauzeitliche Bestandsunterlagen vor. Im sich auf der NO- Gebäudeseite anschließenden Zuschauerfoyer ist derzeit eine einläufige Stahl- Wangentreppe eingebaut. Dieser Gebäudeteil wurde zusammen mit dem Veranstaltungssaal 2003 ergänzt. Im Zuge der geplanten Sanierung wird diese in ähnlicher Geometrie mit größerer Laufbreite erneuert (Pos. 0.03). Der Anschluss in Deckenebene erfolgt über die hier einbetonierten Ankerplatten. Im Bereich der Zwischenpodeste werden zusätzliche Rundrohrstützen eingebaut. Die im Foyer vorhandene Sohlplatte mit den unterhalb angeordneten Stahlbetonbalken und Kanalseitenwände werden für die Gründung der neuen Treppenkonstruktion verwendet.

1.3.6 Wände und Stützen

Die tragenden Außenwände im Untergeschoss sind gemäß technischem Erläuterungsbericht vom November 1974 aus 50cm Stahlbeton hergestellt. Die Stahlbetonwände des Bühnenturms wurden in einer Dicke von 30cm ausgeführt. Die tragenden Stahlbetonstützen des Skelettbaus sind in den Abmessungen 50/50cm hergestellt. Die Anordnung erfolgt im Raster von 6x9m bzw. im Bereich zwischen den Achsen 2-6 im Raster 6x6m. Als Konstruktionsbeton wurde gemäß technischem Erläuterungsbericht B300 und Bewehrungsstahl A I sowie A III verwendet. In Erd- und Obergeschossen sind die Wandbereiche zwischen den Stützen in Mauerwerk ausgeführt. Die bauzeitlichen Zeichnungen geben hierzu Mz150 MG II an. Die Stürze in Mauerwerkswänden wurden nach Darstellung in den Bauzeichnungen vermutlich weitgehend mit Stahlträgern ausgeführt. Die Stahlbetonstütze der Achsen 10/B-I sind abweichend von der ursprünglichen Planung ohne horiz. Kopfpunkthalterung ausgeführt. Die hier in Gebäudelängsrichtung angeordneten Hauptträger der Dachkonstruktion über Ebene 2 sind durch die Ausführung der Lagerung nicht geeignet die Horizontalkräfte insbesondere aus der Windlast auf die Fassade in Längsrichtung auf weitere, im Gebäudeinneren angeordnete Stützen weiterzuleiten. Der Nachweis der Tragfähigkeit dieser Stützen (Pos. 2.04) unter Berücksichtigung des abweichenden stat. Systemes wurde durch das Ing. Büro PIB mit Gutachten vom 10.12.2021 erbracht. Die Brandschutzanforderung REI 90 kann durch eine allseitige Putzbekleidung oder Brandschutzplatten erfüllt werden. Im Bereich des Zuganges auf der Gebäudenordseite soll die Fassade in Achse 2/A-B im EG verändert werden.

1.3.7 Fassadenprofile Achse 10/B-I, Pos. 1.07

In der Südostfassade (Achse 10/B-I) sollen vor den Fenstern Lamellen als permanenter Sonnenschutz angebracht werden.

Die Fassadenprofile wurden als Kastenprofile aus zwei miteinander verschweißten C-100x80x5 gefertigt und verlaufen von OK Stb.- Randbalken über EG bis unter den Attikabalken. Der Sonnenschutz soll durch feststehende Lamellen gewährleistet werden, diese sind an Flachstählen (Schwertanbindern) angeschlossen und mittels Hohlraumbefestigungen mit den Fassadenprofilen (Pos. 1.07) verschraubt.

Durch die Lamellen werden zusätzliche Beanspruchungen in die Fassadenprofile eingetragen, nachfolgend wird für diese der Nachweis der Tragsicherheit geführt.

Die Befestigung in Deckenebene über EG erfolgt durch die Verbindung der angeschweißten Fußplatten mit zwei einbetonierten Schrauben M12.

Der Anschluss am Kopfpunkt an den Attikabalken ist im Zuge der Baumaßnahme zu sondieren, die notwendigen Nachweise bzw. Angaben zur Ertüchtigung werden nachgereicht.

1.3.8 Kanäle im Fußboden des Untergeschosses

Im Fußboden des Untergeschosses sind diverse ausgedehnte Kanäle ausgeführt. Diese sind zum einen Bestandteil der Lüftungsanlage als sogenannte Klimakanäle. Zum anderen sind dort Versorgungsleitungen untergebracht.

Die Abdeckung dieser Kanäle wurde gemäß bauzeitlicher Unterlagen mit Stahlbetonhohldielen über Stahlträgern und Stahlstützen ausgeführt.

Bei der Anordnung von hautechnischen Geräten und ähnlichen Lasten sind diese Kanäle zu beachten!

1.3.9 Gründung

Zur Herstellung der Gründungsbauteile wurde in einer geböschten Baugrube das gesamte Erdreich gemäß der Planungsunterlagen von 1974 bis zur Fundamentunterkante abgetragen. Der Gründungshorizont erfolgte auf gewachsenem Baugrund. Der Bereich zwischen Achsen 1-2 und A-H ist nicht unterkellert. Hier treppt die Fundamentunterkante um 3,6m nach oben. Nach Fertigstellung des Untergeschosses wurde Boden neu angefüllt. Es ist davon auszugehen, dass um das Bauwerk herum unterschiedlich durch Anstampfen verdichteter Baugrund vorliegt. In den Bauzeichnungen ist hier von "Stampeschüttung" die Rede. Dies ist bei etwaigen neuen Baukonstruktionen in diesem Bereich bzw. bei den Außenanlagen zu beachten.

Unter den Stahlbetonstützen sind bewehrte Blockfundamente angeordnet. Entlang der Wände sind Streifenfundamente betoniert. Als Beton ist in den bauzeitlichen Zeichnungen B160 angegeben.

Die Fundamentgeometrie soll wie im Bestand erhalten bleiben.

Für die neue Fluchttreppe im Zuschauerfoyer sind neue Einzelfundamente erforderlich.

Die Gründungssituation im Bereich der Achsen 2/A,B ist im Zuge der Baudurchführung zu sondieren.

1.4 Baustoffe

Mauerwerk	:	Bestand / bei Neuteilen nach DIN EN 1996 bzw. DIN 1053-1
Beton/Stahlbeton	:	Bestand / bei Neuteilen nach DIN EN 1992 C8/10 (unbewehrter Unterbeton bzw. Sauberkeitsschichten), C25/30 (bewehrter Konstruktionsbeton) nach DIN EN 206-1
Betonstahl	:	BSt 500 S/M nach DIN 488
Holzkonstruktion	:	Bestand / bei Neuteilen nach DIN EN 1995, Nadelholz Kiefer, Sortierklasse S10, Festigkeitsklasse C24
Holzschutz	:	nach DIN 68800
Stahlteile	:	Bestand / bei Neuteilen nach DIN EN 1993, Neuteile aus S235
Korrosionsschutz	:	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461, Beschichtung nach DIN EN ISO 12944-5, verdeckte, eingemauerte bzw. schwer erreichbare Stahlteile und Verbindungsmittel aus nichtrostendem Stahl (A2/A4)

A - Einwirkungen

1 Dächer

1.1 Dachkonstruktion über Ebene 2

1.1.1 Eigenlasten

1.1.1B Bestand, nach TGL 20167, Blatt 2

Flachdachaufbau mit Trapezblechprofilen, Dachneigung ca. 3%
 gemäß Bestandsunterlagen

3 Lagen Dachpappe und 2 Lagen Bestreuung:			0,30 kN/m ²
2cm Zementmörtel:	0,02*21	=	0,42 kN/m ²
15cm HWL Platten:	0,15* 5	=	0,75 kN/m ²
1 Lage Dachpappe einschl. Klebemasse:			0,05 kN/m ²
Stahltrapezblechprofil 110/330/1,5:			0,20 kN/m ²
Sonstiges:			0,00 kN/m ²

$$g_{Da_Best} = 1,72 \text{ kN/m}^2$$

Ausführung Bereich Achsen 1-5'/ B-I
 Unterhangdecke, (Typ Uni 600/600) g_{UHD_B}

$$0,50 \text{ kN/m}^2$$

1.1.1N Neuaufbau, nach DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

Flachdachaufbau mit neuem Aufbau auf vorhandenen Trapezblechprofilen,
 Dachneigung ca. 3%

3 Lagen bitum Abdichtung:	3* 0,07	=	0,21 kN/m ²
20cm EPS Wärmedämmung:	0,20*1	=	0,20 kN/m ²
1 Lage bitum Dampfsperre:			0,07 kN/m ²
Stahltrapezblechprofil 110/330/1,5:			0,20 kN/m ²
Sonstiges:			0,02 kN/m ²

$$g_{Da_Erneuerung} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

Ausführung Bereich Achsen 1-5'/ B-I
 Unterhangdecke F90, g_{UHD_N}

$$0,90 \text{ kN/m}^2$$

1.2 Schneelasten

1.2B zum Zeitpunkt der Errichtung nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5

- Schneelast für waagerechte Flächen, Schneegebiet II

$$\text{Schneelast auf dem Boden } s_0 = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Neigungswinkel bis } \alpha = 25,00^\circ$$

$$\text{Beiwert } c = 1,0$$

$$p_n = s_0 * c = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

Berücksichtigung Schneeansammlung an Höhengsprüngen

$$\text{Höhensprung zum Nachweis } h = 5,00 \text{ m}$$

$$\text{Länge des Verwehungskeils } l_s = \text{MIN}(\text{MAX}(2*h; 5); 10) = 10,00 \text{ m}$$

(Länge Verwehungskeil $\leq$ Länge angrenzende Dachfläche)

- bei ständigen Dachlasten $> 1,5 \text{ kN/m}^2$ für unterstützende Bauteile mit Stützweite $l \geq 6,0 \text{ m}$

$$\text{Beiwert } c_{1,1} = \text{MIN}(h/s_0; 2,5) = 2,5$$

$$p_{n1.1} = s_0 * c_{1.1} = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

- für Dachplatten mit Stützweite $\leq 6,0 \text{ m}$

$$\text{Beiwert } c_{1,2} = \text{MIN}(h/s_0; 2,0) = 2,0$$

$$p_{n1.2} = s_0 * c_{1.2} = 1,40 \text{ kN/m}^2$$

1.2N aktuell nach DIN EN 1991-1-3:2010-12

- Charakteristischer Wert der Schneelast für die Dachfläche

$$\text{Charakt. Wert der Schneelast auf dem Boden } s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Neigungswinkel bis } \alpha = 30,00^\circ$$

$00^\circ < \alpha \leq 30^\circ \Rightarrow$ nach DIN EN 1991-1-3:2010-12, Tab. 5.2

$$\text{Formbeiwert } \mu_1 = 0,80$$

für ständige / vorübergehende Bemessungssituationen

$$\text{Charakt. Wert der Schneelast auf dem Dach } s_1 = \mu_1 * s_k = 0,68 \text{ kN/m}^2$$

für außergewöhnliche Bemessungssituationen

$$s_{1,A} = 2,3 * s_1 = 1,56 \text{ kN/m}^2$$

Zusätzliche Schneelast am Höhenversprung zum Bühnenturm

$$\text{Wichte des Schnees } \gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Höhen sprung zum Nachweis } h = 5,00 \text{ m}$$

$$\text{Länge des Verwehungskeils } l_s = \text{MIN}(\text{MAX}(2*h; 5); 15) = 10,00 \text{ m}$$

Dreieckförmige Zusatzlast aus Schneeverwehung:

$$\text{Gebäudebreite des höheren Daches } b_{oD2} = 33,00 \text{ m}$$

$$\text{Breite unteres Dach (zum Nachweis } b_{uD} = 6,00 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \mu_s = 0,00$$

$$\mu_w = \text{MIN}((b_{oD2} + b_{uD}) / (2*h); \gamma*h/s_k - \mu_s) = 3,90$$

Gesamte Zusatzlast aus Schneeanhäufung (dreieckförmig über die Länge l_s):

für ständige / vorübergehende Bemessungssituationen

$$0,8 \leq \mu_s + \mu_w \leq 2,4$$

$$\mu_2 = \text{MIN}(\text{MAX}(\mu_s + \mu_w; 0,80); 2,4) = 2,40 \text{ kN/m}^2$$

$$s_2 = \mu_2 * s_k = 2,04 \text{ kN/m}^2$$

für außergewöhnliche Bemessungssituationen

$$2,3 \leq \mu_s + \mu_w \leq 4,0$$

$$\mu_{2,A} = \text{MIN}(2,3*\mu_w + \mu_s; 4,0) = 4,00 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{2,A} = \mu_{2,A} * s_k = 3,40 \text{ kN/m}^2$$

1.3 Windlasten

1.3B zum Zeitpunkt der Errichtung nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 6

Staudruck für Höhe $10 < h < 20\text{m}$ Höhe über OKG $q_0 = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Dachflächen mit Neigungswinkel bis $\alpha = 3,0^\circ$

Beiwert Winddruck nach Tab. 11, Zeile 5,

$c_D = 0,7$

$c_S = -0,7$

Winddruck, $w_D = q_0 * c_D = 0,53 \text{ kN/m}^2$

Winddsog, $w_S = q_0 * c_S = -0,53 \text{ kN/m}^2$

1.3N aktuell nach DIN EN 1991-1-4:2010-12

- Charakteristischer Wert der Windlast für die Dachfläche

Standort des Bauwerks Windzone 2

Höhe Dach über OKG

Höhe ca. $z =$

13,00 m

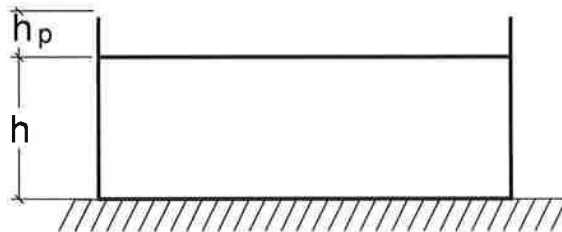
$q_b =$

0,39 kN/m²

$q_p = 2,1 * q_b * (z/10)^{0,24}$

$= 0,87 \text{ kN/m}^2$

mit Attika



WZ

=

Windzone II

$q_{b,0}$

=

0,39 kN/m²

$v_{b,0}$

=

25,00 m/s

Profil

=

Binnenland

Abmessungen:

Abmessung quer zum Wind $b =$

66,00 m

Abmessung längs zum Wind $d =$

55,00 m

Bauwerkshöhe $h =$

13,00 m

der Traufbereich hat eine Attika:

Höhe der Attika $h_p =$

0,50 m

Bei Flachdächern mit Attika gilt:

$h = h + h_p$

=

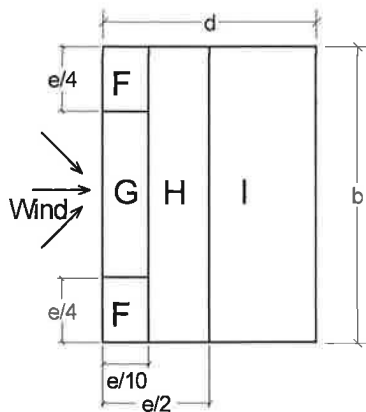
13,50 m

h/d

=

0,25

Draufsicht:



der Traufbereich ist mit Attika:

$e = \text{MIN}(b ; 2 \cdot h)$	=	27,00 m
$e/4$	=	6,75 m
$e/10$	=	2,70 m
$e/2$	=	13,50 m

Druckbeiwerte:

C_{pe10F}	=	-1,50
C_{pe1F}	=	-2,10
C_{pe10G}	=	-1,00
C_{pe1G}	=	-1,70
C_{pe10H}	=	-0,70
C_{pe1H}	=	-1,20
C_{pe10I}	=	-0,60
C_{pe1I}	=	-0,60
C_{pe10lp}	=	0,20
C_{pe1lp}	=	0,20

Winddruck mit Böengeschwindigkeitsdruck nach Regelfall (DIN EN 1991-1-4):

$q_{we10F} =$	$C_{pe10F} \cdot q_p$	=	-1,30 kN/m ²
$q_{we1F} =$	$C_{pe1F} \cdot q_p$	=	-1,83 kN/m ²
$q_{we10G} =$	$C_{pe10G} \cdot q_p$	=	-0,87 kN/m ²
$q_{we1G} =$	$C_{pe1G} \cdot q_p$	=	-1,48 kN/m ²
$q_{we10H} =$	$C_{pe10H} \cdot q_p$	=	-0,61 kN/m ²
$q_{we1H} =$	$C_{pe1H} \cdot q_p$	=	-1,04 kN/m ²
$q_{we10I} =$	$C_{pe10I} \cdot q_p$	=	-0,52 kN/m ²
$q_{we1I} =$	$C_{pe1I} \cdot q_p$	=	-0,52 kN/m ²
$q_{we10lp} =$	$C_{pe10lp} \cdot q_p$	=	0,17 kN/m ²
$q_{we1lp} =$	$C_{pe1lp} \cdot q_p$	=	0,17 kN/m ²

1.4 Nutzlasten

1.4B zum Zeitpunkt der Errichtung nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 3

gemäß Tab. 2, Zeile 1.1

für waagerechte oder bis 1:20 geneigte Dächer,
 die nur zur Pflege der Dachhaut begangen werden

$p =$

0,75 kN/m²

gemäß Tab. 2, Zeile 1.4, für einzelne Tragglieder
 lotrechte Einzellast

$Q = 1,00 \text{ kN}$

1.4N aktuell nach DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

Nutzlasten für Inspektionen und Instandsetzungsarbeiten

Lotrechte Einzellast

$Q_k = 1,00 \text{ kN}$

2 Geschossdecken

2.1 Eigenlasten

2.1.1N Bereich Achsen A-D/9-10

Trapezblechprofile auf Stahlträgern

Unterdecke F90 neu:

0,50 kN/m²

$g_{\text{UHD_E2_0}} = 0,50 \text{ kN/m}^2$

2.1.1B über Ebene 2 (1.OG) Bestand nach TGL 20167, Blatt 2

2.1.1.1B Bereich Achsen G-J/8-10

Trapezblechprofile auf Stahlträgern

PVC Spachtel, 3mm: 0,003* 12

= 0,04 kN/m²

Zementestrich h i.M. 47mm: 0,047*23

= 1,08 kN/m²

1 Lage Dachpappe einschl. Klebemasse: 0,002*12

= 0,02 kN/m²

5cm HWL Platten: 0,05* 4,2

= 0,21 kN/m²

Füllbeton und Trapezprofilband:

1,73 kN/m²

$g_{\text{De_ü_E2_1}} = 3,08 \text{ kN/m}^2$

Unterdecke:

0,90 kN/m²

$g_{\text{UHD_E2_1}} = 0,90 \text{ kN/m}^2$

$g_{1_gesamt} =$

$g_{\text{De_ü_E2_1}} + g_{\text{UHD_E2_1}} = 3,98 \text{ kN/m}^2$

2.1.1N über Ebene 2 (1.OG) mit geänderem Aufbau / neu

2.1.1.1N Verbindungssteg Raum 2a.18, Bereich Achsen 7-8/G-I

Gitterrost nach Herstellerangaben mit BAZ:

0,75 kN/m²

$$g_{De_ü_E2_2} = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

2.1.1.2N Zwischendecke Raum 2a.47, Bereich Achsen 8-10/A-D

Bodenbelag:

0,20 kN/m²

Gipsfaserplatten 32+18mm:

0,05*17

=

0,85 kN/m²

Brandschutzbekleidung/Unterdecke:

0,50 kN/m²

Sonstiges:

0,10 kN/m²

$$g_{De_E2_2} = 1,65 \text{ kN/m}^2$$

Stahlträger:

0,25 kN/m²

Sonstiges:

0,00 kN/m²

$$g_{Konst} = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

$g_{gesamt} =$

$$g_{De_E2_2} + g_{Konst} = 1,90 \text{ kN/m}^2$$

2.2 Nutzlasten

2.2.1B zum Zeitpunkt der Errichtung nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 3

Flure in Theatern, Podeste, Tab. 2, Z. 3.7

p=

5,00 kN/m²

Grenzlastfaktor n=

1,2

horiz. Holmdruck für Geländer

- in 1m Höhe über Laufbelag angesetzt

$$q_{H,k} = 1,00 \text{ kN/m}$$

Grenzlastfaktor n=

1,2

2.2.1N aktuell nach DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

Nutzlasten für Räume die der Ansammlung von Pers. dienen können (Kategorie C3)

Lotrechte Einzellast

$$Q_k = 4,00 \text{ kN}$$

Gleichmäßig verteilte Flächenlast

$$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

Nutzlasten für Büroräume im 2. Obergeschoss (Kategorie B1) im Bereich 8-10/A-D

Lotrechte Einzellast

$$Q_k = 2,00 \text{ kN}$$

Gleichmäßig verteilte Flächenlast

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

Gleichmäßig verteilter Zuschlag für leichte Trennwände $\leq 3 \text{ kN/m}$

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

horiz. Holmdruck für Geländer

Linienlast in 1m Höhe über Laufbelag angesetzt

$$q_{H,k} = 1,00 \text{ kN/m}$$

3 Treppen und Treppenpodeste

3.1 Eigenlasten

3.1.1B zum Zeitpunkt der Errichtung nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 3

3.1.1a,B Stahltreppe im EG, Bereich Veranstaltungssaal und Ausstellungsfoyer, Errichtung 2003

$$\text{Neigungswinkel } \alpha = \text{ATAN}(17,4/29) = 30,96^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{Stufe Naturstein 4cm auf Hohlkastenprofil: } 0,04 \cdot 27 &= 1,08 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Hohlkastenprofile 290/50/3profile: } (2 \cdot 0,29 + 0,05) \cdot 0,003 \cdot 78,5/0,29 &= 0,51 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$g_{\text{Aufbau}} = 1,59 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Geländer:} & 0,25 \text{ kN/m} \\ \text{Wangen aus BrFI 18x330: } 0,018 \cdot 0,33 \cdot 78,5 &= 0,47 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

3.1.1N Stahltreppe im EG Pos. 0.03, Bereich Veranstaltungssaal und Ausstellungsfoyer anstelle der Bestandstreppe mit b=2,4m

$$\text{Neigungswinkel } \alpha = \text{ATAN}(17,4/29) = 30,96^\circ$$

Tragprofile Stufen: je 2x QRo 50x4
Tragblech t=5mm
Bekleidungsblech t=3mm

$$\begin{aligned} \text{Wangenprofile aus BrFI 20x280} & \\ \text{Geländer:} & 0,30 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Lastzusammenstellung siehe Pos. 0.03

3.2 Nutzlasten

3.2.1B zum Zeitpunkt der Errichtung nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 3

nach Tab. 2, Z. 4.4

$$\begin{aligned} p &= 5,00 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Grenzlastfaktor } n &= 1,2 \end{aligned}$$

3.2.1a,B Im Jahr 2003, nach DIN 1055-3 (2002-10), nach Tab. 1 Kat. T2

$$\begin{aligned} \text{Lotrechte Einzellast} & Q_k = 2,00 \text{ kN} \\ \text{Gleichmäßig verteilte Flächenlast} & q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

3.2.1N aktuell nach DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12, nach Tab. 6.1DE Kat. T2

$$\begin{aligned} \text{Lotrechte Einzellast} & Q_k = 2,00 \text{ kN} \\ \text{Gleichmäßig verteilte Flächenlast} & q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

3.2.2N Horizontale Nutzlast auf Brüstungen und Geländer

$$\begin{aligned} \text{Linienlast in 1m Höhe über Laufbelag angesetzt} & q_{H,k} = 1,00 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

4 Wände

4.1 Eigenlasten

Außenwände

4.1.1 B Außenwände Mauerwerk mit Plattenbekleidung

Innenputz:			0,40 kN/m ²
Mauerwerk (1,8 kg/dm ³), 36,5cm:	0,365 * 18 =		6,57 kN/m ²
5cm HWL Platten:	0,05*6	=	0,30 kN/m ²
5cm Naturstein Plattenbekleidung:	0,05*27	=	1,35 kN/m ²
Sonstiges:			0,05 kN/m ²
g_{AW1_B} =			8,67 kN/m²

4.1.2 B Außenwände Stahlbeton mit Plattenbekleidung

Innenputz:			0,40 kN/m ²
Stahlbeton 20cm:	0,20 * 25 =		5,00 kN/m ²
5cm HWL Platten:	0,05*6	=	0,30 kN/m ²
5cm Naturstein Plattenbekleidung:	0,05*27	=	1,35 kN/m ²
Sonstiges:			0,05 kN/m ²
g_{AW1_B} =			7,10 kN/m²

Innenwände

4.1.2 B Verputzte Innenwände Mauerwerk d=24cm

Innenputz:	2*0,40	=	0,80 kN/m ²
Mauerwerk (1,8 kg/dm ³), 24cm:	0,24 * 18 =		4,32 kN/m ²
Sonstiges:			0,08 kN/m ²
g_{IW1_B} =			5,20 kN/m²

4.1.3 B Verputzte Innenwände Mauerwerk d=11,5cm

Innenputz:	2*0,40	=	0,80 kN/m ²
Mauerwerk (1,8 kg/dm ³), 24cm:	0,115 * 18 =		2,07 kN/m ²
Sonstiges:			0,08 kN/m ²
g_{IW2_B} =			2,95 kN/m²

4.2 Nutzlasten

4.2.1 N neue leichte Trennwände

Zuschlag für leichte Trennwände mit Linienlast $\leq 3,0$ kN/m am Wandfuß **1,0 kN/m²**
(Trennwände längs zur Spannrichtung der Deckenplatten werden gesondert berücksichtigt,
LF Eigengewicht)

4.3 Windlasten

4.3.1B zum Zeitpunkt der Errichtung nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 6

Staudruck für Höhe

$$\begin{aligned} 0 < h < 10\text{m Höhe über OKG} \quad q_{0_1} &= 0,55 \text{ kN/m}^2 \\ 10 < h < 20\text{m Höhe über OKG} \quad q_{0_2} &= 0,75 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Beiwert Winddruck nach Tab. 11, Zeile 4,

$$\begin{aligned} c_D &= 0,8 \\ c_S &= -0,6 \end{aligned}$$

Normlasten $p_n = q_0 \cdot c$

für $0 < h < 10\text{m}$ über OKG

$$\begin{aligned} \text{Winddruck, } p_{n,D_1} &= q_{0_1} \cdot c_D = 0,44 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Winddsog, } p_{n,S_1} &= q_{0_1} \cdot c_S = -0,33 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Grenzlastfaktor für Gesellschaftsbauten, } n &= 1,2 \\ \text{Rechnungslast } p &= p_n \cdot n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Winddruck, } p_{D_1} &= p_{n,D_1} \cdot n = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Winddsog, Normlast, } p_{S_1} &= p_{n,S_1} \cdot n = -0,40 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

für $10 < h < 20\text{m}$ über OKG

$$\begin{aligned} \text{Winddruck, } p_{n,D_2} &= q_{0_2} \cdot c_D = 0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Winddsog, } p_{n,S_2} &= q_{0_2} \cdot c_S = -0,45 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rechnungslast

$$\begin{aligned} \text{Winddruck, } p_{D_2} &= p_{n,D_2} \cdot n = 0,72 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Winddsog, Normlast, } p_{S_2} &= p_{n,S_2} \cdot n = -0,54 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Bei geschlossenen Baukörpern, für einzelne Tragglieder nach Tab. 11, Nr. 4,5,6,7,8 mit

$$\begin{aligned} c_{D_E} &= 1,0 \\ c_{S_E} &= -0,8 \end{aligned}$$

4.3.1N aktuell nach DIN EN 1991-1-4/2010-12

- Charakteristischer Wert der Windlast siehe Abschnitt 1.3N

Geländekategorie 2

Böengeschwindigkeitsdruck q_p für $z \geq z_{\min}$

$$\begin{aligned} z &= 13,0 \text{ m} \\ q_p &= 2,1 \cdot q_b \cdot (z/10)^{0,24} = 0,87 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Druck-/ Sog Beiwerte vertik. Fassade

für $h/d \leq 0,25$, Bereich D / E

$$\begin{aligned} \text{Winddruck, } c_{pD} &= 0,70 \\ \text{zum Nachweis angesetzt, Winddruck, } c_{pD} &= 0,80 \\ \text{Windsog, } c_{pS} &= -0,30 \\ \text{zum Nachweis angesetzt, Windsog, } c_{pS} &= -0,50 \end{aligned}$$

B - Ebene 7

E7-D1.2 Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm

Das pib Prenzlauer Ingenieurbüro hat im Auftrag der Uckermärkischen Bühnen (am 10.12.2021) unter Anderem die Dachtrapezbleche als Tragschale zwischen den Bindern bzw. Trägern der Dachkonstruktion rechnerisch überprüft. Dabei wurde für eine Spannweite von 5,85m eine zulässige Belastung nach der Normung bzw. Zulassung zum Errichtungszeitpunkt ermittelt. Nachfolgend wird diese Berechnung auszugsweise zitiert und um eine Berechnung für die maximale Stützweite von 4,50m über dem Bühnenbereich (Ebene 7) ergänzt.

Der nach den Bestandsunterlagen angenommene Dachaufbau ist durch eine Sondierung zu bestätigen. Abweichungen sind ggf. in einer korrigierten Berechnung zu berücksichtigen.

Lastzusammenstellung für Dachaufbau über Ebene 7 (siehe nachfolgende Seiten - Statikauszug pib):

Eigenlast $g = 1,72 \text{ kN/m}^2$

Schneelast $s = 0,70 \text{ kN/m}^2$



Anhang A
Lastannahmen
Seite: 23

Eigenlasten nach TGL 20167, Blatt 2

Dachhaut

Anhand der vorhandenen Unterlagen lässt sich für alle Ebenen des Gebäudes ein gleichartiger Warmdachaufbau aus Dachabdichtung, Dämmung, Dampfbremse und Trapezprofilen erkennen. Etwaige Unterdecken belasten nicht das Trapezblech, sondern sind an den Nebenträgern der Stahlkonstruktion befestigt.

Beim gegenwärtigen Bestand ist davon auszugehen, dass der ursprüngliche Dachaufbau noch vorhanden ist und im Rahmen von Reparaturen durch zusätzliche Dichtungslagen ergänzt wurde. Anfang der 90er Jahre erfolgte eine - wohl nur mäßig erfolgreiche - Sanierung mit PU-Ortschaum. Dieser wurde nochmals mit Dichtungsbahnen überklebt. Für die zusätzlichen Maßnahmen wurden Lastannahmen entsprechend neuerer Normengeneration getroffen.

3 Lagen Dachpappe und 2 Lagen Bestreuung	30 kg/m ²	(TGL 20167-2, 3.4.6)	/2/
2 cm Zementmörtel (0,02 m * 2100 kg/m ³)	42 kg/m ²	(TGL 20167-2, 5.5)	/2/
3x5 cm Holzwoleleichtbauplatte (0,15 m * 500 kg/m ³)	75 kg/m ²	(TGL 8950, Tab. 3)	/4/
1 Lage Dachpappe einschl. Klebmasse (Dampfbremse)	5 kg/m ²		
Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5 + Voranstrich	20 kg/m ²	(Zulassung 46/70)	/5/
	$g_1 = 172 \text{ kg/m}^2$		

Dieser Wert entspricht in guter Übereinstimmung der Lastannahme des Stahlbauprojektes /U1/

Es ist im derzeitigen Bestand von einem Flächengewicht von 172 kg/m² auszugehen.

Die Lasten können sich durch eventuelle Reparaturen noch erhöht haben.

Eventuell vorhandene Unterdecken sowie die tragende Stahlkonstruktion sind hierin nicht enthalten und werden in den weiteren Berechnungen gesondert berücksichtigt.

Fassade

Die Fassade besteht derzeit aus vertikalen Pfosten und einer Sicherheitsverglasung. In der Bestandsstatik wurde das Flächengewicht mit $150 \text{ kp/m}^2 = 1,50 \text{ kN/m}^2$ angenommen und bei einer Bauhöhe von 7,0 m zu $10,5 \text{ kN je m Breite}$ ermittelt. In Anbetracht dessen, dass die Fassade am zu untersuchenden Rahmenknoten ein entlastendes Moment erzeugt, erscheint dieser Wert zu hoch.

Im Rahmen dieser Nachrechnung wird der Wert auf $5,0 \text{ kN/m}$ halbiert.



Nutzlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 3.2

$p = 75 \text{ kp/m}^2 \approx 0,75 \text{ kN/m}^2$ (waagerechte Dächer, die nur zur Pflege der Dachhaut begangen werden)

Ein gleichzeitiges Auftreten dieser Lasten und Schneelast ist nicht zu berücksichtigen.

Schneelasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5

$p_n = s_0 \cdot c \text{ [kp/m}^2\text{]}$ mit $s_0 = 70 \text{ kp/m}^2$ (Schneelast auf waagerechter Fläche, Schneegebiet II)
 $c = 1,0$ (Dachneigung $< 25^\circ$)

$p_n = 70 \text{ kp/m}^2 \cdot 1,0 = 70 \text{ kp/m}^2 \approx 0,70 \text{ kN/m}^2$ **Normlast**

Zur Berücksichtigung von Schneeanwehungen an Höhengsprüngen wird der Faktor c erhöht und gleichzeitig auf folgende Werte begrenzt:

$c = 2,5$ bei ständigen Dachlasten $> 150 \text{ kp/m}^2$ für unterstützende Bauteile & Dachplatten m. Stützweiten $> 6,0 \text{ m}$
 $c = 2,0$ bei Dachplatten mit einer Stützweite $\leq 6,0 \text{ m}$ (unabhängig von der Dachlast)

Gleichzeitig ist das nächst niedrige Schneegebiet I anzusetzen. Dies entspricht hier $s_0 = 50 \text{ kp/m}^2$.

Es ergeben sich folgende **Maximalwerte für die Schneeanhäufungen**:

$p_n = 50 \text{ kp/m}^2 \cdot 2,0 = 100 \text{ kp/m}^2 \approx 1,00 \text{ kN/m}^2$ für die Dachhaut

$p_n = 50 \text{ kp/m}^2 \cdot 2,5 = 125 \text{ kp/m}^2 \approx 1,25 \text{ kN/m}^2$ für die Binder

Die Länge des Schneeeckes entspricht dem zweifachen Wert des Höhengsprunges, jedoch mindestens $5,00 \text{ m}$ und maximal $10,0 \text{ m}$.

Windlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 6

$p_n = q_0 \cdot c \text{ [kp/m}^2\text{]}$ mit $q_0 = 55 \text{ kp/m}^2$ (Staudruck von 0 bis 10 m Höhe über Gelände)

Für senkrechte Flächen gelten im allgemeinen folgende c -Werte:

$c = +0,8$ (Aeodynamischer Beiwert für Luvseite)
 $c = -0,6$ (Aeodynamischer Beiwert für Leeseite)

Für „Einzeltragglieder der Umfassungskonstruktion“ sind die Werte wie folgt zu erhöhen:

$c = +1,0$ (Aeodynamischer Beiwert für Luvseite)
 $c = -0,8$ (Aeodynamischer Beiwert für Leeseite)

Demnach ergeben sich folgende Windlasten für die **Fassadenstützen**:

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot 1,0 = 55 \text{ kp/m}^2 \approx 0,55 \text{ kN/m}^2$ Winddruck

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot -0,8 = -44 \text{ kp/m}^2 \approx -0,44 \text{ kN/m}^2$ Windsog

Für die übrigen Bauteile werden diese Windlasten auf 80% abgemindert (erstgenannte c -Werte).

Die Windsoglast ist an allen Gebäudeseiten, die nicht direkt angeströmt werden, gleich.

Auf der **Dachfläche** ist ebenfalls eine Windlast von extremal

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot -0,8 = -44 \text{ kp/m}^2 \approx -0,44 \text{ kN/m}^2$ Windsog
zu berücksichtigen.



5. Dachtrapezblech

Für die Tragschale des Daches wurden keine statischen Nachweise bzw. Prüfberichte vorgefunden. Daher erfolgte eine Überprüfung im Zusammenhang mit diesem Gutachten.

Die Bezeichnung des Bleches taucht an mehreren Stellen der eingesehenen Dokumentation (Erläuterungsbericht, Lastannahmen, Verlegepläne) auf. Die Zulassung der Bleche durch die damalige Staatliche Bauaufsicht liegt vor /5/. Zusätzlich wurde die Geometrie der Bleche vor Ort überprüft und bestätigt.

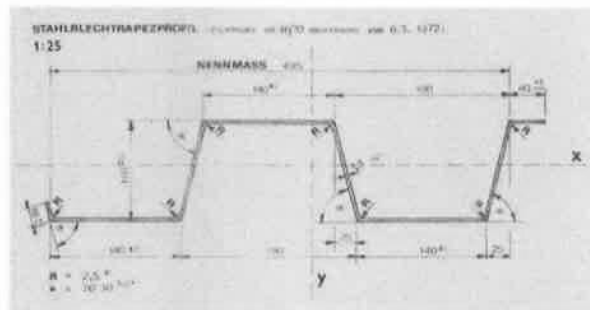
Material:

Bezeichnung „St Gu F A3“ (nach TGL 9553)

Es handelt sich um ein kaltgewalztes, geglühtes Feinblech in Grundgüte, unberuhigt. Die Streckgrenze des Grundmaterials wird mit mindestens 24 kp/mm² angegeben.

Querschnitt:

„Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5“



Querschnittswerte lt. Zulassung:
Widerstandsmoment $W_x = 83 \text{ cm}^3 / \text{m}$

Festigkeitswerte/Tragfähigkeitswerte:

Unter Berücksichtigung des beabsichtigten Sicherheitsniveaus sind in der Zulassung u.a. folgende Zahlenwerte angegeben:

Für die Hauptlasten (H), hier ständige Lasten + Schnees:

Biegenormalspannung: zul $\sigma = \pm 0,9 \text{ Mp/cm}^2 \approx 9,0 \text{ kN/cm}^2$

größte Querkraft: max $Q = 0,8 \text{ Mp/m} \approx 8,0 \text{ kN/m}$

Die höheren Werte für Haupt- und Zusatzlasten (HZ) werden nicht maßgebend, da eine gleichzeitige Windlast entlastend wirken würde.



Zulässige Belastung:

Die Bleche wurden zulassungskonform als Einfeldträger bis zu einer maximalen Spannweite von 6,00 m verlegt. Unter Berücksichtigung der Flanschbreiten der Träger wird im vorliegenden Fall eine Spannweite $l=5,85$ m angesetzt.

Aus sämtlichen vorstehenden Angaben kann folgende zulässige Belastung hergeleitet werden:

$$\text{zul } M = W_x \cdot \text{zul } \sigma = 83 \text{ cm}^3 / \text{m} \cdot 9,0 \text{ kN/cm}^2 = 747 \text{ kNcm/m} = 7,47 \text{ kNm/m}$$

$$\text{zul } q = 8 \cdot \text{zul } M / l^2 = 8 \cdot 7,47 \text{ kNm/m} / (5,85 \text{ m})^2 = \underline{1,75 \text{ kN/m}^2} \quad \leftarrow \text{maßgebend}$$

$$\text{zul } Q = 8,0 \text{ kN/m}$$

$$\text{zul } q = 8,0 \text{ kN/m} / (5,85 \text{ m} / 2) = 2,74 \text{ kN/m}^2$$

Die Dachschale kann entsprechend ihrer damals gültigen Zulassung eine Flächenlast aus Eigengewicht und Schnee von maximal $1,75 \text{ kN/m}^2$ aufnehmen.

Dieser Wert wird nahezu durch das Eigengewicht der Dachkonstruktion erreicht!

Es stehen damit rechnerisch kaum Tragreserven für Schneelasten zur Verfügung. Dieses Berechnungsergebnis war so nicht erwartet worden. Möglicherweise sind Sicherheiten in den Lastannahmen (Eigenlasten der HWL-Platten, Dicke der Mörtelschicht) als auch auf der Bauteilseite (Spannungsbegrenzung in der Zulassung der Bleche) vorhanden, sodass bisher keine Schäden eingetreten sind. **Grundsätzlich führen jedoch bereits geringe auf dem Dach wirkende Schneelasten zu einer rechnerischen Überschreitung der zulässigen Spannungen und damit zu einer Herabsetzung des beabsichtigten Sicherheitsniveaus!**

Seite 16 von 19

pib Prenzlaue Ingenieurbüro • Ahornweg 5, 17291 Prenzlaue • Telefon 03984 - 8654-0 • Telefax 03984 - 865429
 Internet <http://www.pib-buero.de> • Mail info@pib-buero.de

Nachfolgend Ergänzung z. Berechnung von pib für die Dachsituation ü. dem Bühnenbereich Ebene 8:

Abstand der Fachwerkträger $a = 450 \text{ cm}$ (bzw. 310, 320 und 350 cm)

Obergurt der Fachwerkträger aus Breitflansch-Doppel-T-Profil $b/h = 200/200$ $t_F = 15 \text{ mm}$ $t_{St} = 8 \text{ mm}$ aus dem Material St 52-3 (siehe Bestandsstatik Seite A 344)

Maximale Stützweite $L = 4,50 \text{ m}$

Zulässige Belastung Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5 mm:

$\text{zul } M = W_x \cdot \text{zul } \sigma$ (Werte siehe Berechnung pib)

$$\text{zul } M = 7,47 \text{ kNm/m}$$

$$\text{zul } q_M = 8 \cdot \text{zul } M / L^2 = 2,95 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{zul } Q = 8,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{zul } q_Q = \text{zul } Q / (L/2) = 3,56 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{maßgebend zul } q = \text{MIN}(\text{zul } q_M; \text{zul } q_Q) = 2,95 \text{ kN/m}^2$$

Dachaufbau Eigenlast gemäß Bestandsstatik 1973 für Dach über Ebene 8:

$$\text{Eigenlast } g_{Da,E8} = 2,20 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Schneelast } s = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Lastsummation } q = g_{Da,E8} + s = 2,90 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q}{\text{zul } q} = 0,98 < 1$$

Auf dem obersten Dach sind keine Schneeansammlung zu berücksichtigen.

Sofern der Dachaufbau und das Dachtragwerk durch Sondierungen bestätigt werden können, wäre das Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5 mm für den Dachaufbau über der Bühne gemäß der Normensituation zum Errichtungszeitpunkt ausreichend tragfähig.

C - Ebene 6

D - Ebene 5

E5-D1.1 Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm

Das pib Prenzlauer Ingenieurbüro hat im Auftrag der Uckermärkischen Bühnen (am 10.12.2021) unter Anderem die Dachtrapezbleche als Tragschale zwischen den Bindern bzw. Trägern der Dachkonstruktion rechnerisch überprüft. Dabei wurde für eine Spannweite von 5,85m eine zulässige Belastung nach der Normung bzw. Zulassung zum Errichtungszeitpunkt ermittelt. Nachfolgend wird diese Berechnung auszugsweise zitiert.

Der nach den Bestandsunterlagen angenommene Dachaufbau ist durch eine Sondierung zu bestätigen. Abweichungen sind ggf. in einer korrigierten Berechnung zu berücksichtigen.

Lastzusammenstellung für Dachaufbau über Ebene 5 (siehe nachfolgende Seiten - Statikauszug pib):

Eigenlast $g = 1,72 \text{ kN/m}^2$

Schneelast $s = 0,70 \text{ kN/m}^2$



Anhang A
Lastannahmen
Seite: 23

Eigenlasten nach TGL 20167, Blatt 2

Dachhaut

Anhand der vorhandenen Unterlagen lässt sich für alle Ebenen des Gebäudes ein gleichartiger Warmdachaufbau aus Dachabdichtung, Dämmung, Dampfbremse und Trapezprofilen erkennen. Etwaige Unterdecken belasten nicht das Trapezblech, sondern sind an den Nebenträgern der Stahlkonstruktion befestigt.

Beim gegenwärtigen Bestand ist davon auszugehen, dass der ursprüngliche Dachaufbau noch vorhanden ist und im Rahmen von Reparaturen durch zusätzliche Dichtungslagen ergänzt wurde. Anfang der 90er Jahre erfolgte eine - wohl nur mäßig erfolgreiche - Sanierung mit PU-Ortschaum. Dieser wurde nochmals mit Dichtungsbahnen überklebt. Für die zusätzlichen Maßnahmen wurden Lastannahmen entsprechend neuerer Normengeneration getroffen.

3 Lagen Dachpappe und 2 Lagen Bestreuung	30 kg/m ²	(TGL 20167-2, 3.4.6)	/2/
2 cm Zementmörtel (0,02 m * 2100 kg/m ³)	42 kg/m ²	(TGL 20167-2, 5.5)	/2/
3x5 cm Holzwoleleichtbauplatte (0,15 m * 500 kg/m ³)	75 kg/m ²	(TGL 8950, Tab. 3)	/4/
1 Lage Dachpappe einschl. Klebmasse (Dampfbremse)	5 kg/m ²		
Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5 + Voranstrich	20 kg/m ²	(Zulassung 46/70)	/5/
$g_1 = 172 \text{ kg/m}^2$			

Dieser Wert entspricht in guter Übereinstimmung der Lastannahme des Stahlbauprojektes /U1/

Es ist im derzeitigen Bestand von einem Flächengewicht von 172 kg/m² auszugehen.

Die Lasten können sich durch eventuelle Reparaturen noch erhöht haben.

Eventuell vorhandene Unterdecken sowie die tragende Stahlkonstruktion sind hierin nicht enthalten und werden in den weiteren Berechnungen gesondert berücksichtigt.

Fassade

Die Fassade besteht derzeit aus vertikalen Pfosten und einer Sicherheitsverglasung. In der Bestandsstatik wurde das Flächengewicht mit $150 \text{ kp/m}^2 = 1,50 \text{ kN/m}^2$ angenommen und bei einer Bauhöhe von 7,0 m zu $10,5 \text{ kN je m Breite}$ ermittelt. In Anbetracht dessen, dass die Fassade am zu untersuchenden Rahmenknoten ein entlastendes Moment erzeugt, erscheint dieser Wert zu hoch.

Im Rahmen dieser Nachrechnung wird der Wert auf $5,0 \text{ kN/m}$ halbiert.



Nutzlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 3.2

$p = 75 \text{ kp/m}^2 \approx 0,75 \text{ kN/m}^2$ (waagerechte Dächer, die nur zur Pflege der Dachhaut begangen werden)

Ein gleichzeitiges Auftreten dieser Lasten und Schneelast ist nicht zu berücksichtigen.

Schneelasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5

$p_n = s_0 \cdot c \text{ [kp/m}^2\text{]}$ mit $s_0 = 70 \text{ kp/m}^2$ (Schneelast auf waagerechter Fläche, Schneegebiet II)
 $c = 1,0$ (Dachneigung $< 25^\circ$)

$p_n = 70 \text{ kp/m}^2 \cdot 1,0 = 70 \text{ kp/m}^2 \approx 0,70 \text{ kN/m}^2$ **Normlast**

Zur Berücksichtigung von Schneeanwehungen an Höhengsprüngen wird der Faktor c erhöht und gleichzeitig auf folgende Werte begrenzt:

$c = 2,5$ bei ständigen Dachlasten $> 150 \text{ kp/m}^2$ für unterstützende Bauteile & Dachplatten m. Stützweiten $> 6,0 \text{ m}$
 $c = 2,0$ bei Dachplatten mit einer Stützweite $\leq 6,0 \text{ m}$ (unabhängig von der Dachlast)

Gleichzeitig ist das nächst niedrige Schneegebiet I anzusetzen. Dies entspricht hier $s_0 = 50 \text{ kp/m}^2$.

Es ergeben sich folgende **Maximalwerte für die Schneeanhäufungen**:

$p_n = 50 \text{ kp/m}^2 \cdot 2,0 = 100 \text{ kp/m}^2 \approx 1,00 \text{ kN/m}^2$ für die Dachhaut

$p_n = 50 \text{ kp/m}^2 \cdot 2,5 = 125 \text{ kp/m}^2 \approx 1,25 \text{ kN/m}^2$ für die Binder

Die Länge des Schneeeckes entspricht dem zweifachen Wert des Höhengsprunges, jedoch mindestens $5,00 \text{ m}$ und maximal $10,0 \text{ m}$.

Windlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 6

$p_n = q_0 \cdot c \text{ [kp/m}^2\text{]}$ mit $q_0 = 55 \text{ kp/m}^2$ (Staudruck von 0 bis 10 m Höhe über Gelände)

Für senkrechte Flächen gelten im allgemeinen folgende c -Werte:

$c = +0,8$ (Aerodynamischer Beiwert für Luvseite)
 $c = -0,6$ (Aerodynamischer Beiwert für Leeseite)

Für „Einzeltragglieder der Umfassungskonstruktion“ sind die Werte wie folgt zu erhöhen:

$c = +1,0$ (Aerodynamischer Beiwert für Luvseite)
 $c = -0,8$ (Aerodynamischer Beiwert für Leeseite)

Demnach ergeben sich folgende Windlasten für die **Fassadenstützen**:

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot 1,0 = 55 \text{ kp/m}^2 \approx 0,55 \text{ kN/m}^2$ Winddruck

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot -0,8 = -44 \text{ kp/m}^2 \approx -0,44 \text{ kN/m}^2$ Windsog

Für die übrigen Bauteile werden diese Windlasten auf 80% abgemindert (erstgenannte c -Werte).

Die Windsoglast ist an allen Gebäudeseiten, die nicht direkt angeströmt werden, gleich.

Auf der **Dachfläche** ist ebenfalls eine Windlast von extremal

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot -0,8 = -44 \text{ kp/m}^2 \approx -0,44 \text{ kN/m}^2$ Windsog

zu berücksichtigen.



5. Dachtrapezblech

Für die Tragschale des Daches wurden keine statischen Nachweise bzw. Prüfberichte vorgefunden. Daher erfolgte eine Überprüfung im Zusammenhang mit diesem Gutachten.

Die Bezeichnung des Bleches taucht an mehreren Stellen der eingesehenen Dokumentation (Erläuterungsbericht, Lastannahmen, Verlegepläne) auf. Die Zulassung der Bleche durch die damalige Staatliche Bauaufsicht liegt vor /5/. Zusätzlich wurde die Geometrie der Bleche vor Ort überprüft und bestätigt.

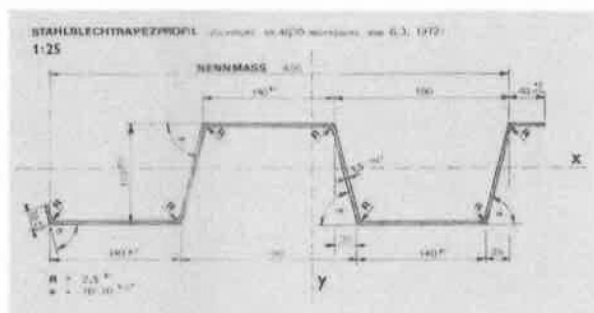
Material:

Bezeichnung „St Gu F A3“ (nach TGL 9553)

Es handelt sich um ein kaltgewalztes, geprüfbares Feinblech in Grundgüte, unberuhigt. Die Streckgrenze des Grundmaterials wird mit mindestens 24 kp/mm² angegeben.

Querschnitt:

„Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5“



Querschnittswerte lt. Zulassung:

Widerstandsmoment $W_x = 83 \text{ cm}^3 / \text{m}$

Festigkeitswerte/Tragfähigkeitswerte:

Unter Berücksichtigung des beabsichtigten Sicherheitsniveaus sind in der Zulassung u.a. folgende Zahlenwerte angegeben:

Für die Hauptlasten (H), hier ständige Lasten + Schnee:

Biegenormalspannung: zul $\sigma = \pm 0,9 \text{ Mp/cm}^2 \approx 9,0 \text{ kN/cm}^2$

größte Querkraft: max $Q = 0,8 \text{ Mp/m} \approx 8,0 \text{ kN/m}$

Die höheren Werte für Haupt- und Zusatzlasten (HZ) werden nicht maßgebend, da eine gleichzeitige Windlast entlastend wirken würde.



Zulässige Belastung:

Die Bleche wurden zulassungskonform als Einfeldträger bis zu einer maximalen Spannweite von 6,00 m verlegt. Unter Berücksichtigung der Flanschbreiten der Träger wird im vorliegenden Fall eine Spannweite $l=5,85$ m angesetzt.

Aus sämtlichen vorstehenden Angaben kann folgende zulässige Belastung hergeleitet werden:

$$\begin{aligned} \text{zul } M &= W_x \cdot \text{zul } \sigma = 83 \text{ cm}^3 / \text{m} \cdot 9,0 \text{ kN/cm}^2 = 747 \text{ kNcm/m} = 7,47 \text{ kNm/m} \\ \text{zul } q &= 8 \cdot \text{zul } M / l^2 = 8 \cdot 7,47 \text{ kNm/m} / (5,85 \text{ m})^2 = \underline{1,75 \text{ kN/m}^2} \quad \leftarrow \text{maßgebend} \\ \text{zul } Q &= 8,0 \text{ kN/m} \\ \text{zul } q &= 8,0 \text{ kN/m} / (5,85 \text{ m} / 2) = 2,74 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Die Dachschale kann entsprechend ihrer damals gültigen Zulassung eine Flächenlast aus Eigengewicht und Schnee von maximal $1,75 \text{ kN/m}^2$ aufnehmen.

Dieser Wert wird nahezu durch das Eigengewicht der Dachkonstruktion erreicht!

Es stehen damit rechnerisch kaum Tragreserven für Schneelasten zur Verfügung. Dieses Berechnungsergebnis war so nicht erwartet worden. Möglicherweise sind Sicherheiten in den Lastannahmen (Eigenlasten der HWL-Platten, Dicke der Mörtelschicht) als auch auf der Bauteilseite (Spannungsbegrenzung in der Zulassung der Bleche) vorhanden, sodass bisher keine Schäden eingetreten sind. **Grundsätzlich führen jedoch bereits geringe auf dem Dach wirkende Schneelasten zu einer rechnerischen Überschreitung der zulässigen Spannungen und damit zu einer Herabsetzung des beabsichtigten Sicherheitsniveaus!**

Seite 16 von 19

pib Prenzlauer Ingenieurbüro • Ahornweg 5, 17291 Prenzlau • Telefon 03984 - 8654-0 • Telefax 03984 - 8654-29
Internet <http://www.pib-buero.de> • Mail info@pib-buero.de

Nachfolgend Ergänzung zur Berechnung von pib für die Dachsituation ü. Zuschauerbereich Ebene 5:

Achsabstand der Fachwerkträger $a=600\text{cm}$

Obergurt der Fachwerkträger aus Breitflansch-Doppel-T-Profil $b/h=250/250$ $t_F=20\text{mm}$ $t_{St}=12\text{mm}$ aus dem Material St 52-3 (siehe Bestandsstatik Seite B 34)

Maximale Stützweite $L = 5,85 \text{ m}$

Zulässige Belastung Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm:

$\text{zul } M = W_x \cdot \text{zul } \sigma$ (Werte siehe Berechnung pib)

$$\begin{aligned} \text{zul } M &= 7,47 \text{ kNm/m} \\ \text{zul } q_M &= 8 \cdot \text{zul } M / L^2 = 1,75 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{zul } Q &= 8,00 \text{ kN/m} \\ \text{zul } q_Q &= \text{zul } Q / (L/2) = 2,74 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{maßgebend zul } q = \text{MIN}(\text{zul } q_M; \text{zul } q_Q) = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

Dachaufbau Eigenlast bei Erneuerung für Dach über Ebene 5:

Eigenlast $g_{\text{neuDa,E5}} = 0,70 \text{ kN/m}^2$

Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:

Schneelast für Schneegebiet $s_{0,II} = 0,70 \text{ kN/m}^2$

Schneeanhäufung am Bühnenturm in einem Keil von 10m Länge nach TGL 20167, Blatt 1, Abs. 5:

Schneelast für nächst niedrigeres Schneegebiet I $s_{0,I} = 0,50 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Wert der Schneeanhäufung für Dachhaut } s_{A,D} = s_{0,I} \cdot 2,0 = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Wert der Schneeanhäufung für Binder } s_{A,B} = s_{0,I} \cdot 2,5 = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Lastsummation } q = g_{\text{neuDa,E5}} + s_{A,D} = 1,70 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q}{\text{zul } q} = 0,97 < 1$$

Bei Erneuerung des Dachaufbaus wird mit einem gleicherten Dachaufbau von $0,70\text{kN/m}^2$ ein genehmigungsfähiger Zustand gemäß der Normensituation zum Errichtungszeitpunkt erfüllt. Das Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm für den Dachaufbau über dem Zuschauerraum wäre dann ausreichend tragfähig.

Zu beachten ist die Windsogsicherung der Dacheindeckung gegen Abheben. Gemäß TGL 20167 Blatt 1, Abschnitt 6 mit Staudruck bis 20m Höhe über Gelände $q_0=0,75\text{kN/m}^2$ ergibt sich:

$$p_n = 0,75 * (-0,8) = -0,60 \text{ kN/m}^2 \text{ Windsog.}$$

An den Dachrändern und insbesondere an den Dachecken wirkende (und nach heutiger Norm anzusetzende) Windsogspitzen sind konstruktiv bei der Dachausbildung zu beachten. Hier sind entsprechende Verbindungen zwischen Dachhaut, Stahlblechtrapezprofilband und Dachbinderobergurt herzustellen.

Sowohl im Gutachten von pib als auch im zugehörigen Prüfbericht Nr. 007/00362-22/005 P01 von Dipl.-Ing. Bernd Heidenreich wird darauf hingewiesen, dass die Dachflächen mit dem aktuellen (schweren) Dachaufbau von höheren Schneelasten freigehalten werden müssen. Bei den anstehenden Sanierungsmaßnahmen soll dieser Zustand beseitigt werden und eine normgerechte Situation hergestellt werden.

Aus der Erbauungszeit liegt kein Standsicherheitsnachweis zum verwendeten Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm vor. In mehreren Stellen in der Bestandsstatik wird hier auf die Verantwortung des bautechnischen Projektanten für die Festigkeit und die Befestigung des Stahlblechtrapezprofilband verwiesen (beispielsweise siehe Bestandsstatik Teil B Seite B 222).

E - Ebene 4

F - Ebene 3

E3-D1.1 Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm

Das pib Prenzlauer Ingenieurbüro hat im Auftrag der Uckermärkischen Bühnen (am 10.12.2021) unter Anderem die Dachtrapezbleche als Tragschale zwischen den Bindern bzw. Trägern der Dachkonstruktion rechnerisch überprüft. Dabei wurde für eine Spannweite von 5,85m eine zulässige Belastung nach der Normung bzw. Zulassung zum Errichtungszeitpunkt ermittelt. Nachfolgend wird diese Berechnung auszugsweise zitiert.

Der nach den Bestandsunterlagen angenommene Dachaufbau ist durch eine Sondierung zu bestätigen. Abweichungen sind ggf. in einer korrigierten Berechnung zu berücksichtigen.

Lastzusammenstellung für Dachaufbau über Ebene 3 (siehe nachfolgende Seiten - Statikauszug pib):

Eigenlast $g = 1,72 \text{ kN/m}^2$

Schneelast $s = 0,70 \text{ kN/m}^2$



Anhang A
Lastannahmen
Seite: 23

Eigenlasten nach TGL 20167, Blatt 2

Dachhaut

Anhand der vorhandenen Unterlagen lässt sich für alle Ebenen des Gebäudes ein gleichartiger Warmdachaufbau aus Dachabdichtung, Dämmung, Dampfbremse und Trapezprofilen erkennen. Etwaige Unterdecken belasten nicht das Trapezblech, sondern sind an den Nebenträgern der Stahlkonstruktion befestigt.

Beim gegenwärtigen Bestand ist davon auszugehen, dass der ursprüngliche Dachaufbau noch vorhanden ist und im Rahmen von Reparaturen durch zusätzliche Dichtungslagen ergänzt wurde. Anfang der 90er Jahre erfolgte eine - wohl nur mäßig erfolgreiche - Sanierung mit PU-Ortschaum. Dieser wurde nochmals mit Dichtungsbahnen überklebt. Für die zusätzlichen Maßnahmen wurden Lastannahmen entsprechend neuerer Normengeneration getroffen.

3 Lagen Dachpappe und 2 Lagen Bestreuung	30 kg/m ²	(TGL 20167-2, 3.4.6)	/2/
2 cm Zementmörtel (0,02 m * 2100 kg/m ³)	42 kg/m ²	(TGL 20167-2, 5.5)	/2/
3x5 cm Holzwolleleichtbauplatte (0,15 m * 500 kg/m ³)	75 kg/m ²	(TGL 8950, Tab. 3)	/4/
1 Lage Dachpappe einschl. Klebmasse (Dampfbremse)	5 kg/m ²		
Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5 + Voranstrich	20 kg/m ²	(Zulassung 46/70)	/5/
	<u>$g_1 = 172 \text{ kg/m}^2$</u>		

Dieser Wert entspricht in guter Übereinstimmung der Lastannahme des Stahlbauprojektes /U1/

Es ist im derzeitigen Bestand von einem Flächengewicht von 172 kg/m² auszugehen.

Die Lasten können sich durch eventuelle Reparaturen noch erhöht haben.

Eventuell vorhandene Unterdecken sowie die tragende Stahlkonstruktion sind hierin nicht enthalten und werden in den weiteren Berechnungen gesondert berücksichtigt.

Fassade

Die Fassade besteht derzeit aus vertikalen Pfosten und einer Sicherheitsverglasung. In der Bestandsstatik wurde das Flächengewicht mit $150 \text{ kp/m}^2 = 1,50 \text{ kN/m}^2$ angenommen und bei einer Bauhöhe von 7,0 m zu 10,5 kN je m Breite ermittelt. In Anbetracht dessen, dass die Fassade am zu untersuchenden Rahmenknoten ein entlastendes Moment erzeugt, erscheint dieser Wert zu hoch.

Im Rahmen dieser Nachrechnung wird der Wert auf 5,0 kN/m halbiert.



Nutzlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 3.2

$p = 75 \text{ kp/m}^2 \approx 0,75 \text{ kN/m}^2$ (waagerechte Dächer, die nur zur Pflege der Dachhaut begangen werden)

Ein gleichzeitiges Auftreten dieser Lasten und Schneelast ist nicht zu berücksichtigen.

Schneelasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5

$p_n = s_0 \cdot c \text{ [kp/m}^2\text{]} \text{ mit } s_0 = 70 \text{ kp/m}^2$ (Schneelast auf waagerechter Fläche, Schneegebiet II)
 $c = 1,0$ (Dachneigung $< 25^\circ$)

$p_n = 70 \text{ kp/m}^2 \cdot 1,0 = 70 \text{ kp/m}^2 \approx 0,70 \text{ kN/m}^2$ **Normlast**

Zur Berücksichtigung von Schneeanwehungen an Höhengsprüngen wird der Faktor c erhöht und gleichzeitig auf folgende Werte begrenzt:

$c = 2,5$ bei ständigen Dachlasten $> 150 \text{ kp/m}^2$ für unterstützende Bauteile & Dachplatten m. Stützweiten $> 6,0 \text{ m}$
 $c = 2,0$ bei Dachplatten mit einer Stützweite $\leq 6,0 \text{ m}$ (unabhängig von der Dachlast)

Gleichzeitig ist das nächst niedrige Schneegebiet I anzusetzen. Dies entspricht hier $s_0 = 50 \text{ kp/m}^2$.

Es ergeben sich folgende **Maximalwerte für die Schneeanhäufungen**:

$p_n = 50 \text{ kp/m}^2 \cdot 2,0 = 100 \text{ kp/m}^2 \approx 1,00 \text{ kN/m}^2$ für die Dachhaut

$p_n = 50 \text{ kp/m}^2 \cdot 2,5 = 125 \text{ kp/m}^2 \approx 1,25 \text{ kN/m}^2$ für die Binder

Die Länge des Schneekalles entspricht dem zweifachen Wert des Höhengsprunges, jedoch mindestens $5,00 \text{ m}$ und maximal $10,0 \text{ m}$.

Windlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 6

$p_n = q_0 \cdot c \text{ [kp/m}^2\text{]} \text{ mit } q_0 = 55 \text{ kp/m}^2$ (Staudruck von 0 bis 10 m Höhe über Gelände)

Für senkrechte Flächen gelten im allgemeinen folgende c -Werte:

$c = +0,8$ (Aerodynamischer Beiwert für Luvseite)
 $c = -0,6$ (Aerodynamischer Beiwert für Leeseite)

Für „Einzeltragglieder der Umfassungskonstruktion“ sind die Werte wie folgt zu erhöhen:

$c = +1,0$ (Aerodynamischer Beiwert für Luvseite)
 $c = -0,8$ (Aerodynamischer Beiwert für Leeseite)

Demnach ergeben sich folgende Windlasten für die **Fassadenstützen**:

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot 1,0 = 55 \text{ kp/m}^2 \approx 0,55 \text{ kN/m}^2$ Winddruck

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot -0,8 = -44 \text{ kp/m}^2 \approx -0,44 \text{ kN/m}^2$ Windsog

Für die übrigen Bauteile werden diese Windlasten auf 80% abgemindert (erstgenannte c -Werte).

Die Windsoglast ist an allen Gebäudeseiten, die nicht direkt angeströmt werden, gleich.

Auf der **Dachfläche** ist ebenfalls eine Windlast von extremal

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot -0,8 = -44 \text{ kp/m}^2 \approx -0,44 \text{ kN/m}^2$ Windsog zu berücksichtigen.



5. Dachtrapezblech

Für die Tragschale des Daches wurden keine statischen Nachweise bzw. Prüfberichte vorgefunden. Daher erfolgte eine Überprüfung im Zusammenhang mit diesem Gutachten.

Die Bezeichnung des Bleches taucht an mehreren Stellen der eingesehenen Dokumentation (Erläuterungsbericht, Lastannahmen, Verlegepläne) auf. Die Zulassung der Bleche durch die damalige Staatliche Bauaufsicht liegt vor /5/. Zusätzlich wurde die Geometrie der Bleche vor Ort überprüft und bestätigt.

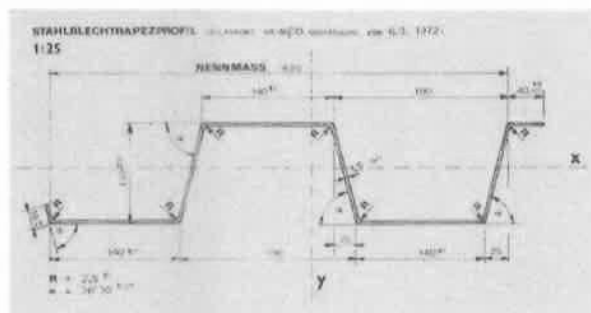
Material:

Bezeichnung „St Gu F A3“ (nach TGL 9553)

Es handelt sich um ein kaltgewalztes, geprüfbares Feinblech in Grundgüte, unberührt. Die Streckgrenze des Grundmaterials wird mit mindestens 24 kp/mm² angegeben.

Querschnitt:

„Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5“



Querschnittswerte lt. Zulassung:

Widerstandsmoment $W_x = 83 \text{ cm}^3 / \text{m}$

Festigkeitswerte/Tragfähigkeitswerte:

Unter Berücksichtigung des beabsichtigten Sicherheitsniveaus sind in der Zulassung u.a. folgende Zahlenwerte angegeben:

Für die Hauptlasten (H), hier ständige Lasten + Schnee:

Biegenormalspannung: zul $\sigma = \pm 0,9 \text{ Mp/cm}^2 \approx 9,0 \text{ kN/cm}^2$

größte Querkraft: max $Q = 0,8 \text{ Mp/m} \approx 8,0 \text{ kN/m}$

Die höheren Werte für Haupt- und Zusatzlasten (HZ) werden nicht maßgebend, da eine gleichzeitige Windlast entlastend wirken würde.



Zulässige Belastung:

Die Bleche wurden zulassungskonform als Einfeldträger bis zu einer maximalen Spannweite von 6,00 m verlegt. Unter Berücksichtigung der Flanschbreiten der Träger wird im vorliegenden Fall eine Spannweite $l=5,85$ m angesetzt.

Aus sämtlichen vorstehenden Angaben kann folgende zulässige Belastung hergeleitet werden:

$$\text{zul } M = W_x \cdot \text{zul } \sigma = 83 \text{ cm}^3 / \text{m} \cdot 9,0 \text{ kN/cm}^2 = 747 \text{ kNcm/m} = 7,47 \text{ kNm/m}$$

$$\text{zul } q = 8 \cdot \text{zul } M / l^2 = 8 \cdot 7,47 \text{ kNm/m} / (5,85 \text{ m})^2 = \underline{1,75 \text{ kN/m}^2} \quad \leftarrow \text{maßgebend}$$

$$\text{zul } Q = 8,0 \text{ kN/m}$$

$$\text{zul } q = 8,0 \text{ kN/m} / (5,85 \text{ m} / 2) = 2,74 \text{ kN/m}^2$$

Die Dachschale kann entsprechend ihrer damals gültigen Zulassung eine Flächenlast aus Eigengewicht und Schnee von maximal $1,75 \text{ kN/m}^2$ aufnehmen.

Dieser Wert wird nahezu durch das Eigengewicht der Dachkonstruktion erreicht!

Es stehen damit rechnerisch kaum Tragreserven für Schneelasten zur Verfügung. Dieses Berechnungsergebnis war so nicht erwartet worden. Möglicherweise sind Sicherheiten in den Lastannahmen (Eigenlasten der HWL-Platten, Dicke der Mörtelschicht) als auch auf der Bauteilseite (Spannungsbegrenzung in der Zulassung der Bleche) vorhanden, sodass bisher keine Schäden eingetreten sind. **Grundsätzlich führen jedoch bereits geringe auf dem Dach wirkende Schneelasten zu einer rechnerischen Überschreitung der zulässigen Spannungen und damit zu einer Herabsetzung des beabsichtigten Sicherheitsniveaus!**

Nachfolgend Ergänzung zur Berechnung von pib für die Dachsituation ü. Foyerbereich Ebene 3:

Achsabstand der Doppel-T-Dachträger $a = 600\text{cm}$
Obergurt der Doppel-T-Profil $b/h = 250/400$ $t_F = 20\text{mm}$ $t_{St} = 10\text{mm}$ aus dem Material St 38 (siehe Bestandsstatik Seite B 224)

Maximale Stützweite $L = 5,85\text{ m}$

Zulässige Belastung Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm:

$\text{zul.M} = W_x \cdot \text{zul.}\sigma$ (Werte siehe Berechnung pib)

$$\text{zul.M} = 7,47 \text{ kNm/m}$$

$$\text{zul.q}_M = 8 \cdot \text{zul.M} / L^2 = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{zul.Q} = 8,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{zul.q}_Q = \text{zul.Q} / (L/2) = 2,74 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{maßgebend zul.q} = \text{MIN}(\text{zul.q}_M; \text{zul.q}_Q) = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

Dachaufbau Eigenlast bei Erneuerung für Dach über Ebene 3:

$$\text{Eigenlast } g_{\text{neuDa,E3}} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:

$$\text{Schneelast für Schneegebiet } s_{0,II} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

Schneeanhäufung am Bühnenturm in einem Keil von 10m Länge nach TGL 20167, Blatt 1, Abs. 5:

$$\text{Schneelast für nächst niedrigeres Schneegebiet I } s_{0,I} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Wert der Schneeanhäufung für Dachhaut } s_{A,D} = s_{0,I} \cdot 2,0 = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Wert der Schneeanhäufung für Binder } s_{A,B} = s_{0,I} \cdot 2,5 = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Lastsummation } q = g_{\text{neuDa,E3}} + s_{A,D} = 1,70 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q}{\text{zul.q}} = 0,97 < 1$$

Bei Erneuerung des Dachaufbaus wird mit einem geleichterten Dachaufbau von $0,70\text{kN/m}^2$ ein genehmigungsfähiger Zustand gemäß der Normensituation zum Errichtungszeitpunkt erfüllt. Das Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm für den Dachaufbau über dem Zuschauerraum wäre dann ausreichend tragfähig.

Zu beachten ist die Windsogsicherung der Dacheindeckung gegen Abheben. Gemäß TGL 20167 Blatt 1, Abschnitt 6 mit Staudruck bis 20m Höhe über Gelände $q_0 = 0,75\text{kN/m}^2$ ergibt sich:

$$p_n = 0,75 \cdot (-0,8) = -0,60 \text{ kN/m}^2 \text{ Windsog.}$$

An den Dachrändern und insbesondere an den Dachecken wirkende (und nach heutiger Norm anzusetzende) Windsogspitzen sind konstruktiv bei der Dachausbildung zu beachten. Hier sind entsprechende Verbindungen zwischen Dachhaut, Stahlblechtrapezprofilband und Dachbinderobergurt herzustellen.

Sowohl im Gutachten von pib als auch im zugehörigen Prüfbericht Nr. 007/00362-22/005 P01 von Dipl.-Ing. Bernd Heidenreich wird darauf hingewiesen, dass die Dachflächen mit dem aktuellen (schweren) Dachaufbau von höheren Schneelasten freigehalten werden müssen. Bei den anstehenden Sanierungsmaßnahmen soll dieser Zustand beseitigt werden und eine normgerechte Situation hergestellt werden.

Aus der Erbauungszeit liegt kein Standsicherheitsnachweis zum verwendeten Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm vor. In mehreren Stellen in der Bestandsstatik wird hier auf die Verantwortung des bautechnischen Projektanten für die Festigkeit und die Befestigung des Stahlblechtrapezprofilband verwiesen (beispielsweise siehe Bestandsstatik Teil B Seite B 222).

E3-D1.2 Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm

Das pib Prenzlauer Ingenieurbüro hat im Auftrag der Uckermärkischen Bühnen (am 10.12.2021) unter Anderem die Dachtrapezbleche als Tragschale zwischen den Bindern bzw. Trägern der Dachkonstruktion rechnerisch überprüft. Dabei wurde für eine Spannweite von 5,85m eine zulässige Belastung nach der Normung bzw. Zulassung zum Errichtungszeitpunkt ermittelt. Nachfolgend wird diese Berechnung auszugsweise zitiert und um eine Berechnung für die Stützweite von 4,20m über dem Foyerbereich (Ebene 3) ergänzt.

Der nach den Bestandsunterlagen angenommene Dachaufbau ist durch eine Sondierung zu bestätigen. Abweichungen sind ggf. in einer korrigierten Berechnung zu berücksichtigen.

Lastzusammenstellung für Dachaufbau über Ebene 3 (siehe nachfolgende Seiten - Statikauszug pib):

Eigenlast $g = 1,72 \text{ kN/m}^2$

Schneelast $s = 0,70 \text{ kN/m}^2$



Anhang A
Lastannahmen
Seite: 23

Eigenlasten nach TGL 20167, Blatt 2

Dachhaut

Anhand der vorhandenen Unterlagen lässt sich für alle Ebenen des Gebäudes ein gleichartiger Warmdachaufbau aus Dachabdichtung, Dämmung, Dampfbremse und Trapezprofilen erkennen. Etwaige Unterdecken belasten nicht das Trapezblech, sondern sind an den Nebenträgern der Stahlkonstruktion befestigt.

Beim gegenwärtigen Bestand ist davon auszugehen, dass der ursprüngliche Dachaufbau noch vorhanden ist und im Rahmen von Reparaturen durch zusätzliche Dichtungslagen ergänzt wurde. Anfang der 90er Jahre erfolgte eine - wohl nur mäßig erfolgreiche - Sanierung mit PU-Ortschaum. Dieser wurde nochmals mit Dichtungsbahnen überklebt. Für die zusätzlichen Maßnahmen wurden Lastannahmen entsprechend neuerer Normengeneration getroffen.

3 Lagen Dachpappe und 2 Lagen Bestreuung	30 kg/m ²	(TGL 20167-2, 3.4.6)	/2/
2 cm Zementmörtel (0,02 m * 2100 kg/m ³)	42 kg/m ²	(TGL 20167-2, 5.5)	/2/
3x5 cm Holzwoleleichtbauplatte (0,15 m * 500 kg/m ³)	75 kg/m ²	(TGL 8950, Tab. 3)	/4/
1 Lage Dachpappe einschl. Klebemasse (Dampfbremse)	5 kg/m ²		
Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5 + Voranstrich	20 kg/m ²	(Zulassung 46/70)	/5/
	$g_1 = 172 \text{ kg/m}^2$		

Dieser Wert entspricht in guter Übereinstimmung der Lastannahme des Stahlbauprojektes /U1/

Es ist im derzeitigen Bestand von einem Flächengewicht von 172 kg/m² auszugehen.

Die Lasten können sich durch eventuelle Reparaturen noch erhöht haben.

Eventuell vorhandene Unterdecken sowie die tragende Stahlkonstruktion sind hierin nicht enthalten und werden in den weiteren Berechnungen gesondert berücksichtigt.

Fassade

Die Fassade besteht derzeit aus vertikalen Pfosten und einer Sicherheitsverglasung. In der Bestandsstatik wurde das Flächengewicht mit $150 \text{ kp/m}^2 = 1,50 \text{ kN/m}^2$ angenommen und bei einer Bauhöhe von 7,0 m zu $10,5 \text{ kN je m Breite}$ ermittelt. In Anbetracht dessen, dass die Fassade am zu untersuchenden Rahmenknoten ein entlastendes Moment erzeugt, erscheint dieser Wert zu hoch.

Im Rahmen dieser Nachrechnung wird der Wert auf $5,0 \text{ kN/m}$ halbiert.



Nutzlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 3.2

$p = 75 \text{ kp/m}^2 \approx 0,75 \text{ kN/m}^2$ (waagerechte Dächer, die nur zur Pflege der Dachhaut begangen werden)

Ein gleichzeitiges Auftreten dieser Lasten und Schneelast ist nicht zu berücksichtigen.

Schneelasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5

$p_n = s_0 \cdot c$ [kp/m^2] mit $s_0 = 70 \text{ kp/m}^2$ (Schneelast auf waagerechter Fläche, Schneegebiet II)
 $c = 1,0$ (Dachneigung $< 25^\circ$)

$p_n = 70 \text{ kp/m}^2 \cdot 1,0 = 70 \text{ kp/m}^2 \approx 0,70 \text{ kN/m}^2$ **Normlast**

Zur Berücksichtigung von Schneeanwehungen an Höhengsprüngen wird der Faktor c erhöht und gleichzeitig auf folgende Werte begrenzt:

$c = 2,5$ bei ständigen Dachlasten $> 150 \text{ kp/m}^2$ für unterstützende Bauteile & Dachplatten m. Stützweiten $> 6,0 \text{ m}$
 $c = 2,0$ bei Dachplatten mit einer Stützweite $\leq 6,0 \text{ m}$ (unabhängig von der Dachlast)

Gleichzeitig ist das nächst niedrige Schneegebiet I anzusetzen. Dies entspricht hier $s_0 = 50 \text{ kp/m}^2$.

Es ergeben sich folgende **Maximalwerte für die Schneeanhäufungen**:

$p_n = 50 \text{ kp/m}^2 \cdot 2,0 = 100 \text{ kp/m}^2 \approx 1,00 \text{ kN/m}^2$ für die Dachhaut

$p_n = 50 \text{ kp/m}^2 \cdot 2,5 = 125 \text{ kp/m}^2 \approx 1,25 \text{ kN/m}^2$ für die Binder

Die Länge des Schneeeckes entspricht dem zweifachen Wert des Höhengsprunges, jedoch mindestens $5,00 \text{ m}$ und maximal $10,0 \text{ m}$.

Windlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 6

$p_n = q_0 \cdot c$ [kp/m^2] mit $q_0 = 55 \text{ kp/m}^2$ (Staudruck von 0 bis 10 m Höhe über Gelände)

Für senkrechte Flächen gelten im allgemeinen folgende c -Werte:

$c = +0,8$ (Aerodynamischer Beiwert für Luvseite)
 $c = -0,6$ (Aerodynamischer Beiwert für Leeseite)

Für „Einzeltragglieder der Umfassungskonstruktion“ sind die Werte wie folgt zu erhöhen:

$c = +1,0$ (Aerodynamischer Beiwert für Luvseite)
 $c = -0,8$ (Aerodynamischer Beiwert für Leeseite)

Demnach ergeben sich folgende Windlasten für die **Fassadenstützen**:

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot 1,0 = 55 \text{ kp/m}^2 \approx 0,55 \text{ kN/m}^2$ Winddruck

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot -0,8 = -44 \text{ kp/m}^2 \approx -0,44 \text{ kN/m}^2$ Windsog

Für die übrigen Bauteile werden diese Windlasten auf 80% abgemindert (erstgenannte c -Werte).

Die Windsoglast ist an allen Gebäudeseiten, die nicht direkt angeströmt werden, gleich.

Auf der **Dachfläche** ist ebenfalls eine Windlast von extremal

$p_n = 55 \text{ kp/m}^2 \cdot -0,8 = -44 \text{ kp/m}^2 \approx -0,44 \text{ kN/m}^2$ Windsog zu berücksichtigen.



5. Dachtrapezblech

Für die Tragschale des Daches wurden keine statischen Nachweise bzw. Prüfberichte vorgefunden. Daher erfolgte eine Überprüfung im Zusammenhang mit diesem Gutachten.

Die Bezeichnung des Bleches taucht an mehreren Stellen der eingesehenen Dokumentation (Erläuterungsbericht, Lastannahmen, Verlegepläne) auf. Die Zulassung der Bleche durch die damalige Staatliche Bauaufsicht liegt vor /5/. Zusätzlich wurde die Geometrie der Bleche vor Ort überprüft und bestätigt.

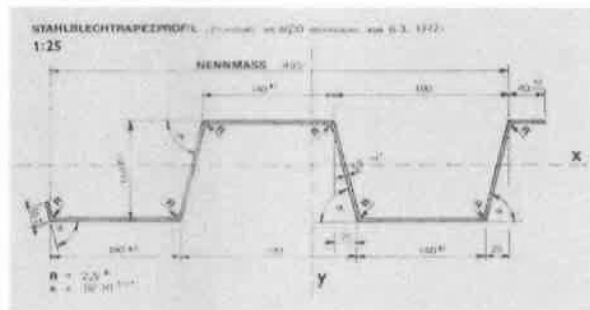
Material:

Bezeichnung „St Gu F A3“ (nach TGL 9553)

Es handelt sich um ein kaltgewalztes, geprüfbares Feinblech in Grundgüte, unberührt. Die Streckgrenze des Grundmaterials wird mit mindestens 24 kp/mm² angegeben.

Querschnitt:

„Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5“



Querschnittswerte lt. Zulassung:

Widerstandsmoment $W_x = 83 \text{ cm}^3 / \text{m}$

Festigkeitswerte/Tragfähigkeitswerte:

Unter Berücksichtigung des beabsichtigten Sicherheitsniveaus sind in der Zulassung u.a. folgende Zahlenwerte angegeben:

Für die Hauptlasten (H), hier ständige Lasten + Schnee:

Biegezugspannung: zul $\sigma = \pm 0,9 \text{ Mp/cm}^2 \approx 9,0 \text{ kN/cm}^2$

größte Querkraft: max $Q = 0,8 \text{ Mp/m} \approx 8,0 \text{ kN/m}$

Die höheren Werte für Haupt- und Zusatzlasten (HZ) werden nicht maßgebend, da eine gleichzeitige Windlast entlastend wirken würde.



Zulässige Belastung:

Die Bleche wurden zulassungskonform als Einfeldträger bis zu einer maximalen Spannweite von 6,00 m verlegt. Unter Berücksichtigung der Flanschbreiten der Träger wird im vorliegenden Fall eine Spannweite $l=5,85$ m angesetzt.

Aus sämtlichen vorstehenden Angaben kann folgende zulässige Belastung hergeleitet werden:

$$\begin{aligned} \text{zul } M &= W_x \cdot \text{zul } \sigma = 83 \text{ cm}^3 / \text{m} \cdot 9,0 \text{ kN/cm}^2 = 747 \text{ kNcm/m} = 7,47 \text{ kNm/m} \\ \text{zul } q &= 8 \cdot \text{zul } M / l^2 = 8 \cdot 7,47 \text{ kNm/m} / (5,85 \text{ m})^2 = \mathbf{1,75 \text{ kN/m}^2} \quad \leftarrow \text{maßgebend} \\ \text{zul } Q &= 8,0 \text{ kN/m} \\ \text{zul } q &= 8,0 \text{ kN/m} / (5,85 \text{ m} / 2) = 2,74 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Die Dachschale kann entsprechend ihrer damals gültigen Zulassung eine Flächenlast aus Eigengewicht und Schnee von maximal $1,75 \text{ kN/m}^2$ aufnehmen.

Dieser Wert wird nahezu durch das Eigengewicht der Dachkonstruktion erreicht!

Es stehen damit rechnerisch kaum Tragreserven für Schneelasten zur Verfügung. Dieses Berechnungsergebnis war so nicht erwartet worden. Möglicherweise sind Sicherheiten in den Lastannahmen (Eigenlasten der HWL-Platten, Dicke der Mörtelschicht) als auch auf der Bauteilseite (Spannungsbegrenzung in der Zulassung der Bleche) vorhanden, sodass bisher keine Schäden eingetreten sind. Grundsätzlich führen jedoch bereits geringe auf dem Dach wirkende Schneelasten zu einer rechnerischen Überschreitung der zulässigen Spannungen und damit zu einer Herabsetzung des beabsichtigten Sicherheitsniveaus!

Seite 16 von 19

pib Prenzlauer Ingenieurbüro • Ahornweg 5, 17291 Prenzlau • Telefon 03984 - 8654-0 • Telefax 03984 - 865429
 Internet <http://www.pib-buero.de> • Mail info@pib-buero.de

Nachfolgend Ergänzung zur Berechnung von pib für die Dachsituation ü. dem Foyerbereich Ebene 3:

Abstand der Randträger (U-Profile) $a = 420 \text{ cm}$
 Randträger aus U200 bzw. U180 (siehe Bestandspläne)
 Maximale Stützweite $L = 4,20 \text{ m}$

Zulässige Belastung für Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm:

$$\begin{aligned} \text{zul } M &= W_x \cdot \text{zul } \sigma \quad (\text{Werte siehe Berechnung pib}) \\ \text{zul } M &= 7,47 \text{ kNm/m} \\ \text{zul } q_M &= 8 \cdot \text{zul } M / L^2 = 3,39 \text{ kN/m}^2 \\ \text{zul } Q &= 8,00 \text{ kN/m} \\ \text{zul } q_Q &= \text{zul } Q / (L/2) = 3,81 \text{ kN/m}^2 \\ \text{maßgebend zul } q &= \text{MIN}(\text{zul } q_M; \text{zul } q_Q) = 3,39 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Dachaufbau Eigenlast gemäß Bestandsstatik 1973 für Dach über Ebene 3:

$$\text{Eigenlast } g_{\text{Da},E3} = 1,72 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:

$$\text{Schneelast für Schneegebiet } s_{0,II} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

Schneeanhäufung am Bühnenturm in einem Keil von 10m Länge nach TGL 20167, Blatt 1, Abs. 5:

$$\text{Schneelast für nächst niedrigeres Schneegebiet I } s_{0,I} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Wert der Schneeanhäufung für Dachhaut } s_{A,D} = s_{0,I} \cdot 2,0 = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Wert der Schneeanhäufung für Binder } s_{A,B} = s_{0,I} \cdot 2,5 = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Lastsummation } q = g_{\text{Da},E3} + s_{A,D} = 2,72 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{q}{\text{zul } q} = \frac{2,72 \text{ kN/m}^2}{1,75 \text{ kN/m}^2} = 1,55 > 1$$

Zu beachten ist die Windsogsicherung der Dacheindeckung gegen Abheben sofern bei einer Erneuerung ein geleichterter Dachaufbau ausgeführt wird. Gemäß TGL 20167 Blatt 1, Abschnitt 6 mit Staudruck bis 20m Höhe über Gelände $q_0=0,75\text{kN/m}^2$ ergibt sich:

$$p_n = 0,75 * (-0,8) = -0,60 \text{ kN/m}^2 \text{ Windsog.}$$

An den Dachrändern und insbesondere an den Dachecken wirkende (und nach heutiger Norm anzusetzende) Windsogspitzen sind konstruktiv bei der Dachausbildung zu beachten. Hier sind entsprechende Verbindungen zwischen Dachhaut, Stahlblechtrapezprofilband und Dachbinderobergurt herzustellen.

Sofern der Dachaufbau und das Dachtragwerk durch Sondierungen bestätigt werden können, wäre das Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm für den Dachaufbau im Bestand gemäß der Normensituation zum Errichtungszeitpunkt ausreichend tragfähig.

E3-D2.1 Oberlicht in Dachebene Achse A-B/ 6-7

In der Dachfläche wird zur Entrauchung im Brandfall ein Oberlicht eingebaut.
Das Trapezblechprofil wird dazu entsprechend eingekürzt, die seitlich des OL angrenzenden Abschnitte lasten auf den neuen Wechselträgern ab.
Diese schließen mit verschraubten Winkeln an die Hauptträger an. Zur Aufnahme des OL einschl. Aufsatzrahmen dient ein hölzerner Grundrost. Die Hauptträger schließen an der Stb.- Attika sowie den stählernen Dachträger an.

E3-D2.1.1 Wechselträger für Oberlicht

1 statisches System: siehe 3

Stützweite zum Nachweis

$$l = 1,60 \text{ m}$$

2 Belastung, sh. Abschn. A1

Eigengewicht

aus geleichteter Dachkonstruktion

Aufbau neu, $g_{Da_neu} = 0,70 \text{ kN/m}^3$

UHD neu, an Deckenprofilen $g_{UHD} = 0,50 + 0,2 = 0,70 \text{ kN/m}^3$

Lasteinflussbreite Dachlasten aus angrenzender Dachfläche

$$e_{1,g_Da} = 3,20/2 = 1,60 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast, } g = (g_{Da_neu} + g_{UHD}) \cdot e_{1,g_Da} = 2,24 \text{ kN/m}$$

aus Oberlicht, Annahme $G_{OL} = 2,00 \text{ kN}$

in ungünstiger Weise als Linienlast auf Wechselträger angesetzt

$$g_{OL} = G_{OL} / (2 \cdot l) = 0,63 \text{ kN/m}$$

Schneelast

einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm

$$s = 2,04 \text{ kN/m}^2$$

$$s_A = 3,40 \text{ kN/m}^2$$

Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht

$$e_{1,s} = 3,20/2 + 1,5/2 = 2,35 \text{ m}$$

Linienlasten,

$$s_1 = s \cdot e_{1,s} = 4,79 \text{ kN/m}$$

$$s_{1_A} = s_A \cdot e_{1,s} = 7,99 \text{ kN/m}$$

Windlast

$$\text{Winddruck, Bereich I, } w_D = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Windsog, Bereich F, } w_S = -1,30 \text{ kN/m}^2$$

Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht

$$e_{1,w} = 3,20/2 + 1,5/2 = 2,35 \text{ m}$$

Linienlasten

$$w_D = w_D \cdot e_{1,w} = 0,40 \text{ kN/m}$$

$$w_S = w_S \cdot e_{1,w} = -3,06 \text{ kN/m}$$

Nutzlast

Dachfläche wird nur zu Inspektions- und Reparaturmaßnahmen begangen,
hier nicht maßgebend

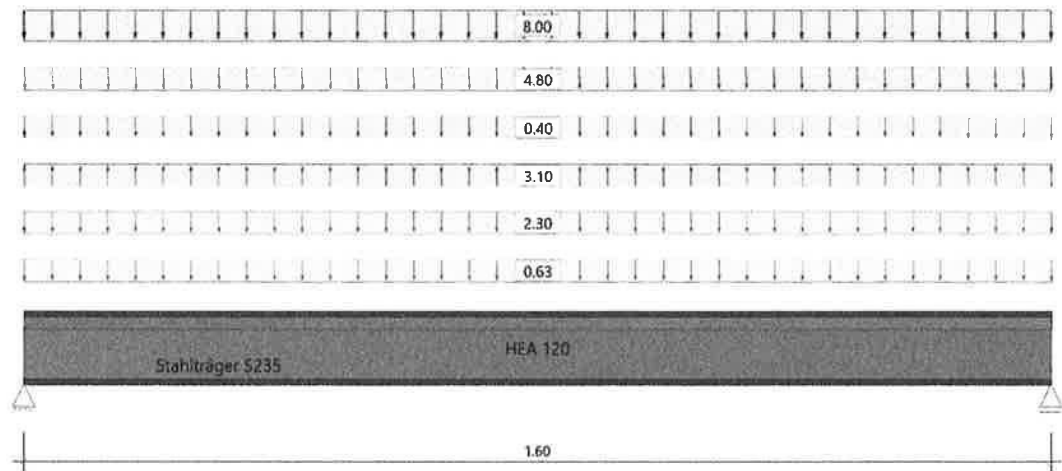
3 Nachweise - mit HEA 120

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 120	606	231	106	38	25.3
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.60	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

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		1.60		2.30		Nein	ständig		
	2	GL		1.60		0.63		Nein	ständig		
	3	GL		1.60		4.80		Ja	Schnee		1
	4	GL		1.60		8.00		Ja	außergewöhnlich		1
	5	GL		1.60		0.40		Ja	Wind		2
	6	GL		1.60		-3.10		Ja	Wind		2
Der Systembezug einer gleichzeitig feldweise und alternativen Last bleibt erhalten!											
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
1	Dach
2	Oberlicht
3	Dach, OL
4	Dach, OL
5	WD_Dach
6	Windsog

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 32 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
außergewöhnliche Einwirkungen					1.00
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{fi} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/$ 150
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/$ 300

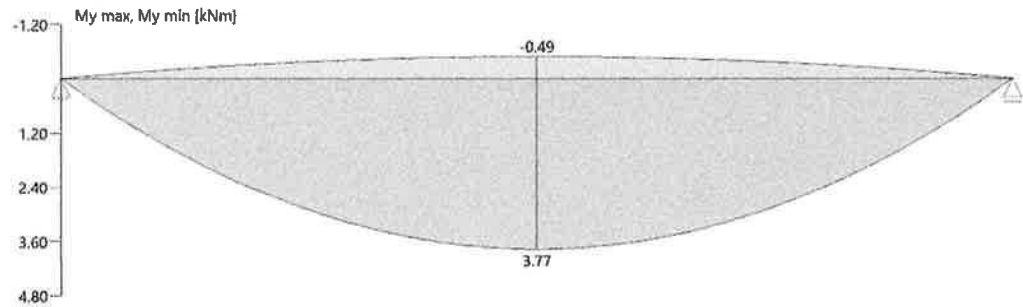
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stab}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.13	0.15	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.13	0.13	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.10

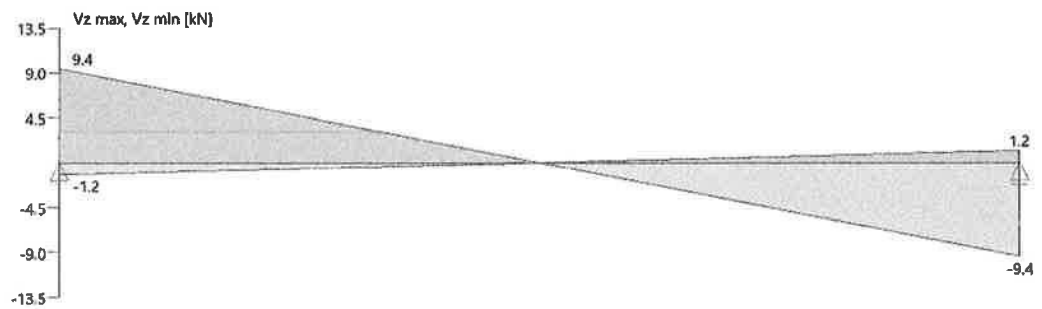
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	9.4	0.08	0.00	0.00	0.08	1
	0.80	1	0.0	0.00	3.77	0.13	0.13	1
	1.60	1	-9.4	0.08	0.00	0.00	0.08	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
0.80	1	0.0	3.77	6.54	0.15	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$$M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) = 0.15$$

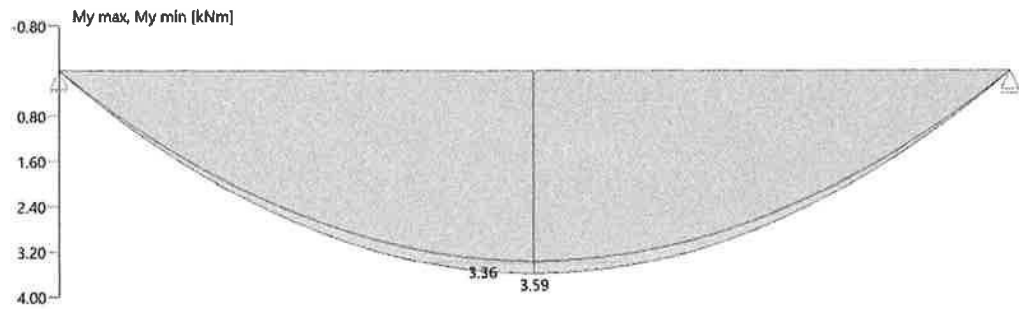
$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 3.77 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 518.80 \text{ kNm} \\ \lambda_{it} &= 0.23 \\ \chi_{it} &= 1.00 \\ M_{y,Rd} &= 28.16 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 0.80 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

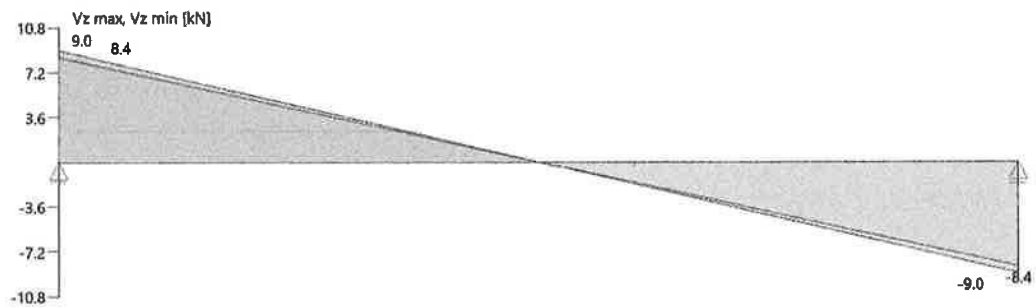
Tragsicherheit - Lastkombination außergewöhnlich

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Q[k]	$V_{z,Ed}$ [kN]	ηV_z	$M_{y,Ed}$ [kNm]	ηM_y	η	Lk
Feld 1	0.00	1	9.0	0.08	0.00	0.00	0.08	3
	0.80	1	0.0	0.00	3.59	0.13	0.13	3
	1.60	1	-9.0	0.08	0.00	0.00	0.08	3

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Q[k]	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
0.80	1	0.0	3.59	6.54	0.13	3

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

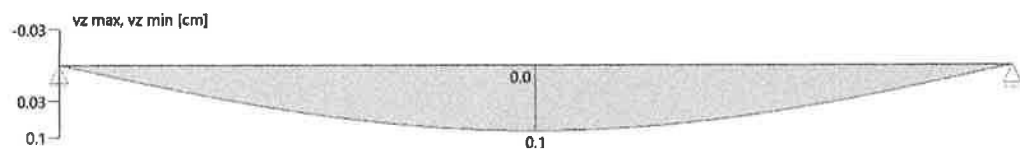
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.13$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 3.59 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 518.46 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.23 \\ \chi_{lt} &= 1.00 \\ M_{y,Rd} &= 28.16 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.00 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 3 bei x = 0.80 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.80	0.0	-0.1	0.1	0.01	4

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,B}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.80	1.60	0.00	1.60	0.02	0.1	0.5	0.10	4

Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,B}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

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 Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	2.50 -2.48 6.40	2.50 0.32 3.84		
2	1.60	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	2.50 -2.48 6.40	2.50 0.32 3.84		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

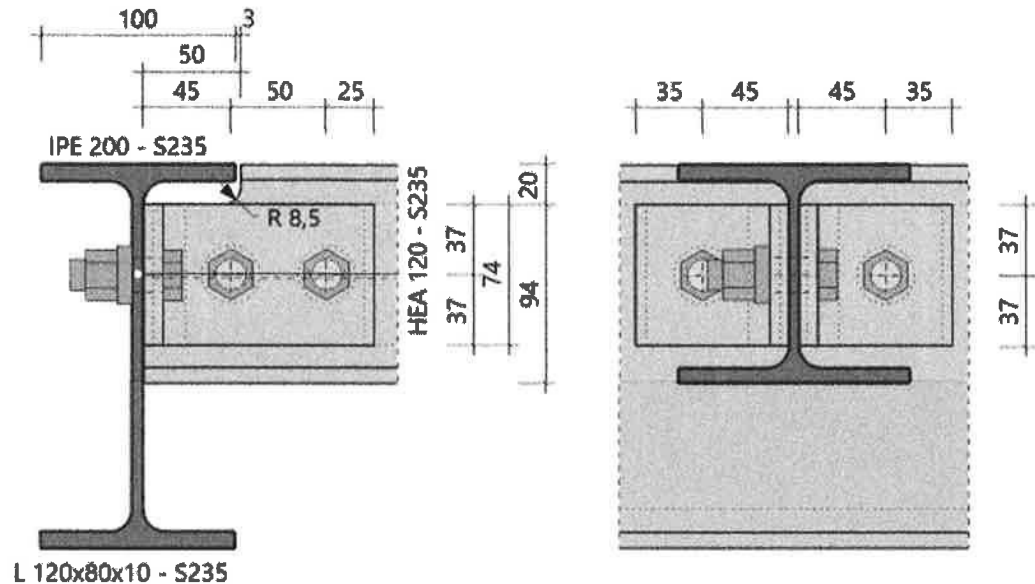
Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	9.43 -1.22			
2	1.60	Lk 1 Lk 2	9.43 -1.22			

Anschlüsse an Hauptträger Pos. E-D2.1.2 Nachweis mit $V_{z,d}=15 \text{ kN}$

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte **S235** Schrauben in den Anschlüssen **2 x 1 x M16 + 2 x M16**

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b ₀ mm	h _{steg} mm	t ₀ mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger	IPE 200	200	100	159	9	6	12	100	9
Nebenträger	HEA 120	114	120	74	8	5	12	120	8
Nebenträger	Ausklung	94				5	12	120	8

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß	mm
nach Vorgabe	0		0

Ausklung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _a mm	Radius Brennschnitt r mm
oben, mit Brennschnitt	21	50	94	8.5

Winkel

Name	Anordnung		Abmessungen					
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	h mm	b mm	t _s mm	r mm
L 120x80x10	nach Vorgabe	0	an Nebenträger	74	120	80	10	11

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d ₀ mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 1 = 2 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe	
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	e1,2 mm
35	45	37	37

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 1 = 2 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe	
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	e1,2 mm
45	50	25	37	37

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	15.0

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γM0	γM1	γM2
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 1 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
7.5	10.1	0.34	13.0	7.5	10.6

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Hauptträger					
		e1 mm	e2 mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	7.5	57	54	1.00	2.50	64.5	0.12
horz.(x)	10.6	54	57	1.00	2.50	64.5	0.16

Richtung	V _a kN	Winkel					
		e1 mm	e2 mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	7.5	37	35	0.68	2.50	78.4	0.10
horz.(x)	10.6	35	37	0.65	2.50	74.7	0.14

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
13.0	0.60	30.1	0.43

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 1 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
15.0	12.5	1.05	28.5	28.5	-

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Nebenträger					
		e1 mm	e2 mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	28.5	37	45	0.68	2.19	34.3	0.83

Richtung	V _a kN	Winkel					
		e1 mm	e2 mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	28.5	37	25	0.68	2.19	137.3	0.21

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
28.5	0.60	60.3	0.47

Blockversagen

Bauteil	A_{nv} cm ²	A_{nt} cm ²	$V_{eff,2,Rd}$ kN	η
Nebenträger	1.4	3.4	67.8	0.22
Winkel	2.8	4.8	106.8	0.07

Kontaktpressung Winkel an Nebenträger durch Anschluss an Hauptträger mit nur einer Schraube

Fläche			Kontaktpressung		
b_{eff} mm	h_{eff} mm	A_{eff} cm ²	$\sigma_{c,d}$ N/mm ²	$\sigma_{R,d}$ N/mm ²	η
26	10	2.6	40.2	235.0	0.17

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (T - unten)					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	t _s	A	S _y	I _y	V _z	e _{my}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
94	5	14.5	14.2	91.6	15.0	50	-0.75	235.0	135.7	61.8	46.4	80.4	0.34

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt				Schnittgrößen			Tragfähigkeit						
h	b	A	S _y	I _y	V _z	e _{my}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
74	10	7.3	6.8	33.1	7.5	70	-0.53	235.0	135.7	-58.3	15.3	58.3	0.25

E3-D2.1.2 Hauptträger Oberlicht

1 statisches System: siehe 3

Stützweite zum Nachweis

$$l = 5,75 \text{ m}$$

2 Belastung, sh. Abschn. A1

Eigengewicht

Spannrichtung Trapezblech parallel zum Träger, es wird ein Laststreifen angesetzt
Lasteinflussbreite Dachlasten aus angrenzender Dachfläche

$$e_{1,g_Da} = 2 \cdot 0,5/2 = 0,50 \text{ m}$$

aus geleichteter Dachkonstruktion

$$\text{Aufbau neu, } g_{Da_neu} = 0,70 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{UHD neu, an Deckenprofilen } g_{UHD} = 0,50 + 0,2 = 0,70 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Linienlast, } g = (g_{Da_neu} + g_{UHD}) \cdot e_{1,g_Da} = 0,70 \text{ kN/m}$$

Belastung aus Oberlicht

- wurde in ungünstiger Weise beim Nachweis der Wechselträger berücksichtigt

Einzellast aus Pos. E3-D2.1.1 Wechsel

$$G_{We} = 2,50 \text{ kN}$$

Schneelast

einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm

$$s = 2,04 \text{ kN/m}^2$$

$$s_A = 3,40 \text{ kN/m}^2$$

zum Nachweis Laststreifen mit

$$e_{1,s} = 2 \cdot 0,5/2 = 0,50 \text{ m}$$

Linienlasten,

$$s_1 = s \cdot e_{1,s} = 1,02 \text{ kN/m}$$

$$s_{1,A} = s_A \cdot e_{1,s} = 1,70 \text{ kN/m}$$

Einzellast aus Pos. E3-D2.1.1 Wechsel

$$S_{We} = 3,84 \text{ kN}$$

$$S_{A,We} = 6,40 \text{ kN}$$

Windlast

$$\text{Winddruck, Bereich I, } w_D = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Windsog, Bereich F, } w_S = -1,30 \text{ kN/m}^2$$

zum Nachweis Laststreifen mit

$$e_{1,w} = 2 \cdot 0,5/2 = 0,50 \text{ m}$$

Linienlasten

$$w_D = w_D \cdot e_{1,w} = 0,09 \text{ kN/m}$$

$$w_S = w_S \cdot e_{1,w} = -0,65 \text{ kN/m}$$

Einzellast aus Pos. E3-D2.1.1 Wechsel

$$W_{D,We} = 0,32 \text{ kN}$$

$$W_{S,We} = -2,48 \text{ kN}$$

Nutzlast

Dachfläche wird nur zu Inspektions- und Reparaturmaßnahmen begangen,
 hier nicht maßgebend

3 Nachweise

- mit IPE200

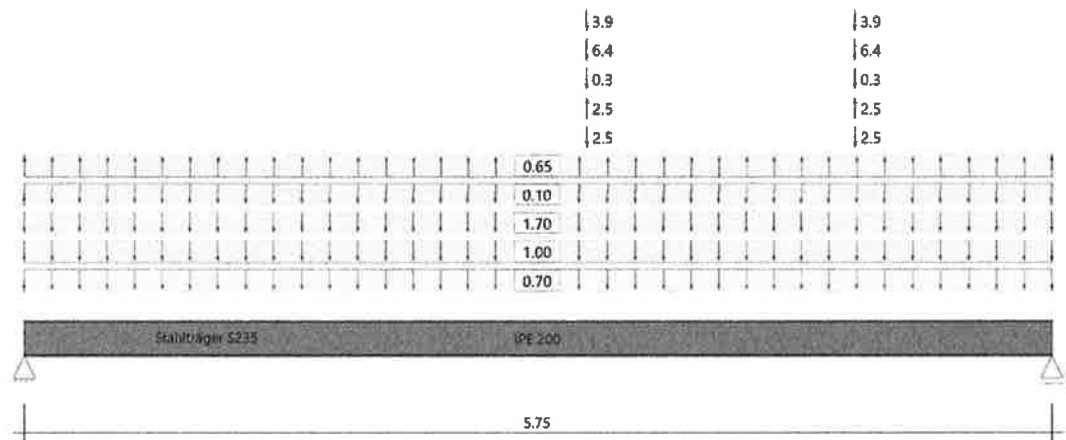
Einzellasten aus Wechsel Pos. D2.1.1 in ungünstiger Weise für beide Wechselträger angesetzt

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 200	1943	142	194	28	28.5
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : In Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W [kN]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	3.15	2.5	ständig		
	2	kraft	4.65	2.5	ständig		
	3	kraft	3.15	3.9	Schnee	1	1
	4	kraft	4.65	3.9	Schnee	1	1
	5	kraft	3.15	6.4	außergewöhnlich	2	1
	6	kraft	4.65	6.4	außergewöhnlich	2	1
	7	kraft	3.15	0.3	Wind	3	2
	8	kraft	4.65	0.3	Wind	3	2
	9	kraft	3.15	-2.5	Wind	4	2
	10	kraft	4.65	-2.5	Wind	4	2
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	Wechsel
2	Wechsel
3	Wechsel
4	Wechsel
5	Wechsel
6	Wechsel
7	Wechsel
8	Wechsel
9	Wechsel
10	Wechsel

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	11	GL		5.75		0.70		Nein	ständig		
	12	GL		5.75		1.00		Ja	Schnee	1	1
	13	GL		5.75		1.70		Ja	außergewöhnlich	2	1
	14	GL		5.75		0.10		Ja	Wind	3	2
	15	GL		5.75		-0.65		Ja	Wind	4	2
Der Systembezug einer gleichzeitig feldweise und alternativen Last bleibt erhalten!											
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
11	Dach
12	Dach, OL
13	Dach, OL
14	WD_Dach
15	Windsog

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 129 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
außergewöhnliche Einwirkungen					1.00
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_1 = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/$ 150
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/$ 300

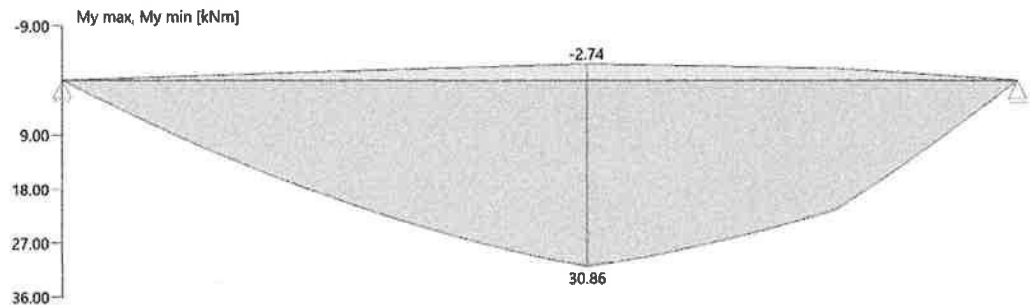
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	ηQ_s	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.59	0.82	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.56	0.70	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.87

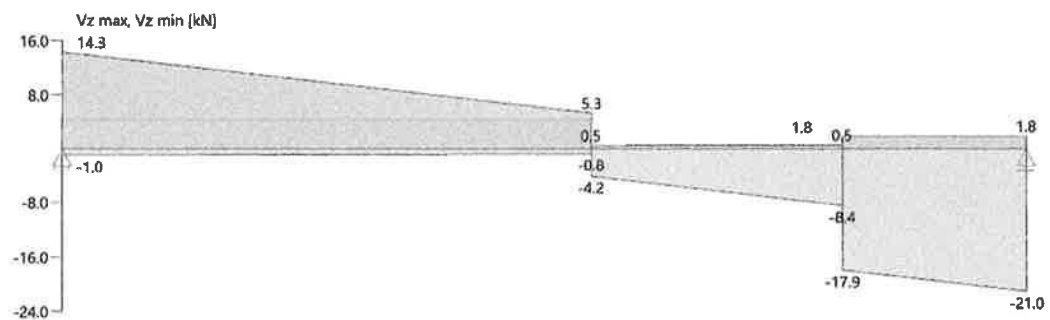
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	14.3	0.08	0.00	0.00	0.08	1
	3.15	1	5.3	0.03	30.86	0.59	0.59	1
	3.15	1	-4.2	0.02	30.86	0.59	0.59	1
	4.65	1	-8.4	0.04	21.42	0.41	0.41	1
	4.65	1	-17.9	0.09	21.42	0.41	0.41	1
	5.75	1	-21.0	0.11	0.00	0.00	0.11	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
3.15	1	0.0	30.86	6.54	0.82	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$$M_{y,Ed} / (\chi_t \cdot M_{y,Rd}) = 0.82$$

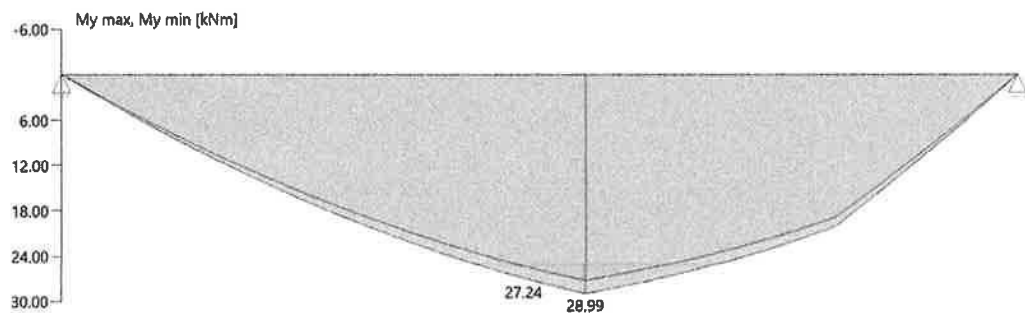
$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 30.86 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 73.98 \text{ kNm} \\ \lambda_t &= 0.84 \\ \chi_t &= 0.80 \\ M_{y,Rd} &= 52.00 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 3.15 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

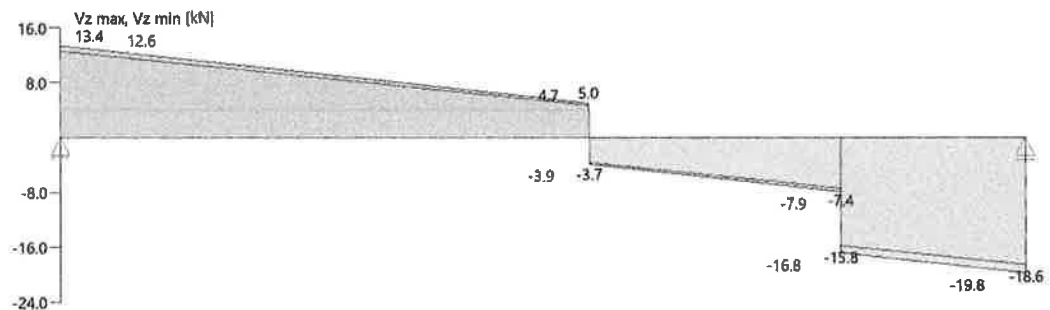
Tragsicherheit - Lastkombination außergewöhnlich

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	QkI	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	13.4	0.07	0.00	0.00	0.07	3
	3.15	1	5.0	0.03	28.99	0.56	0.56	3
	3.15	1	-3.9	0.02	28.99	0.56	0.56	3
	4.65	1	-7.9	0.04	20.13	0.39	0.39	3
	4.65	1	-16.8	0.09	20.13	0.39	0.39	3
	5.75	1	-19.8	0.10	0.00	0.00	0.10	3

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	QkI	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
3.15	1	0.0	28.99	6.54	0.70	3

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

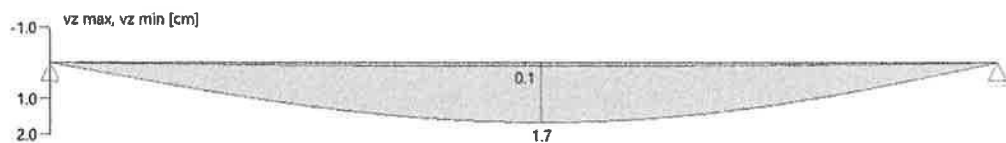
$$M_{y,Ed} / (\chi_{it} * M_{y,Rd}) = 0.70$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 28.99 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 73.86 \text{ kNm} \\ \lambda_{it} &= 0.84 \\ \chi_{it} &= 0.80 \\ M_{y,Rd} &= 52.00 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.00 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 3 bei x = 3.15 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.03	0.0	-1.7	1.7	0.33	4

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.03	5.75	0.00	5.75	0.7	1.7	1.9	0.87	4

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

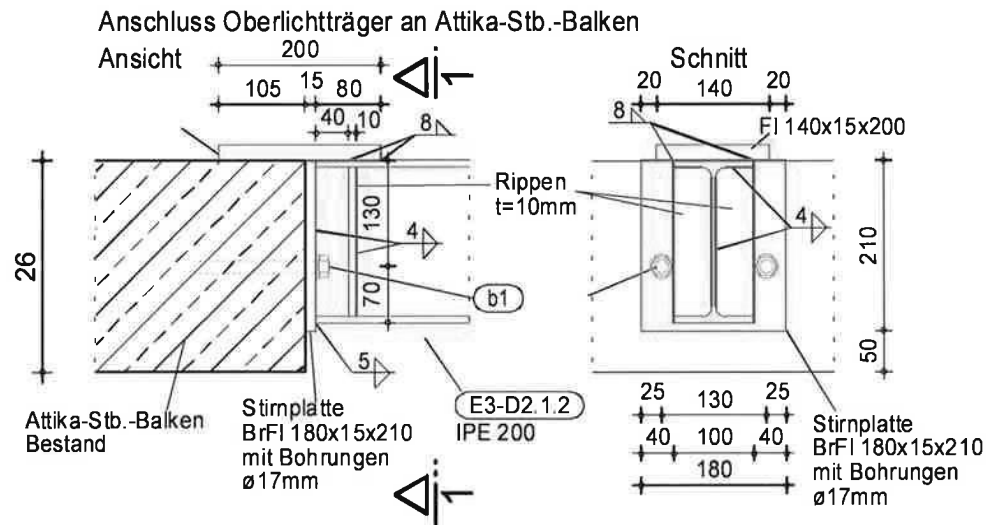
Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

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 Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	4.26 -3.48 9.01	4.26 0.48 9.01		
2	5.75	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	6.05 -5.26 13.57	6.05 0.69 13.57		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	14.27 -0.95			
2	5.75	Lk 1 Lk 2	21.04 -1.84			

Anschlüsse **an Attika Bestand, Achse A** **Geometrie:**



Nachweis mit

$$V_{z,d} =$$

20,00 kN

Auflagerkraft wird über die am Trägeroberbret angeschweißte Auflagerplatte in den in den Stb.- Attikabalken eingetragen

- Schweißnähte IPE200, Auflagerplatte, $t=20\text{mm}$
 Kehlnähte $2 \times 8\text{mm}$

Biegebeanspruchung im Winkelschenkel FI 120x15x180, am Anschluss Kopfplatte

$$t =$$

2,00 cm

$$b =$$

14,00 cm

$$W_y = \frac{b \cdot t^2}{6} = 9,33 \text{ cm}^2$$

Abstand Auflagerpunkt - Mitte Schweißnaht

$$e_1 =$$

10,00 kN/m

$$M_{Ed} = V_{z,d} \cdot e_1 = 200,00 \text{ kNcm}$$

Beanspruchbarkeiten:

- Zuordnung Querschnittsklasse 1

$$f_y =$$

23,50 kN/cm²

$$\gamma_{M0} =$$

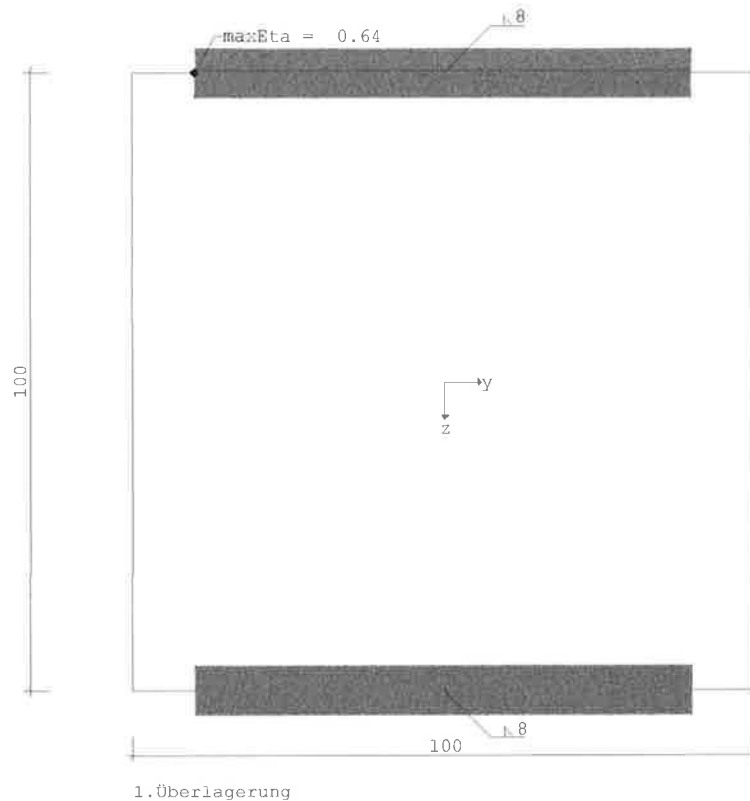
1,00

$$M_{y,c,Rd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \cdot W_y = 219,25 \text{ kNcm}$$

Nachweis Biegebeanspruchung:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \underline{\underline{0,91 < 1}}$$

Nachweis Schweißnähte



System	
Norm	: DIN EN 1993
Profil	: 4KT 100
	A = 100.00 cm ² I _y = 833.0 cm ⁴ I _z = 833.0 cm ⁴
	h = 100.0 mm b = 100.0 mm
Blechdicke : t	= 8.0 mm
Stahl	: S235 f _y = 235.0 f _u = 360.0 N/mm ² γ _{M0} = 1.00
	f _{w,d} = 207.8 N/mm ² β _w = 0.80 γ _{M2} = 1.25
τ _w wird mit V _z / A _{wz} und V _y / A _{wy} berechnet	
Geometrie der Kehlnähte	
l _w = 80.0 mm a _w = 8.0 mm	Naht oben / unten
Schweißnahtfläche	Flächenmomente 2. Grades der Schweißnähte
A _w = 12.80 cm ²	l _{w,y} = 320.68 cm ⁴
A _{w,z} = 0.00 cm ²	l _{w,z} = 68.27 cm ⁴ l _{w,yz} = 0.00 cm ⁴
A _{w,y} = 12.80 cm ²	

Anschlussschnittkräfte yz-fach					
Lastfall	Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Mzd[kNm]	Vyd[kN]
1 1.Überlagerung	20.00	0.00	0.00	2.00	0.00

Ergebnisse Nr	1	1.Überlagerung
N=	20.00	My= 0.00 Vz= 0.00 Mz= 2.00 Vy= 0.00 [d,kN,kNm]

Spannungen an den Schweißnähten	
σ _{wd}	= 132.8 N/mm ² Naht oben / unten
σ _{wdV}	= 132.8 N/mm ² Naht oben / unten
σ _{wd}	= 132.8 N/mm ² / σ _{w,Rd} = 207.8 N/mm ² η = 0.64 < 1
τ _{wd}	= 0.0 N/mm ² / τ _{w,Rd} = 207.8 N/mm ² η = 0.00 < 1
σ _{wdV}	= 132.8 N/mm ² / σ _{w,Rd} = 207.8 N/mm ² η = 0.64 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren

Biegung und Normalkraft

$$\begin{aligned} F_{w,Ed,N} &= 10.62 \text{ kN/cm} = 8.0 \text{ mm}(a_w) * 132.8 \text{ N/mm}^2 \\ F_{w,Rd} &= a_w * f_{w,d} = 8.0 \text{ mm} * 207.8 \text{ N/mm}^2 \\ F_{w,Ed,N} &= 10.62 \text{ kN/cm} / F_{w,Rd} = 16.63 \text{ kN/cm} \eta = 0.64 < 1 \end{aligned}$$

Kombinierte Beanspruchung

$$\begin{aligned} F_{w,Ed} &= 10.62 \text{ kN/cm} = 8.0 \text{ mm}(a_w) * 132.8 \text{ N/mm}^2 \\ F_{w,Rd} &= a_w * f_{w,d} = 8.0 \text{ mm} * 207.8 \text{ N/mm}^2 \\ F_{w,Ed} &= 10.62 \text{ kN/cm} / F_{w,Rd} = 16.63 \text{ kN/cm} \eta = 0.64 < 1 \end{aligned}$$

Nachweis des Profils Querschnittsklasse

1

Nachweis nach (6.1)

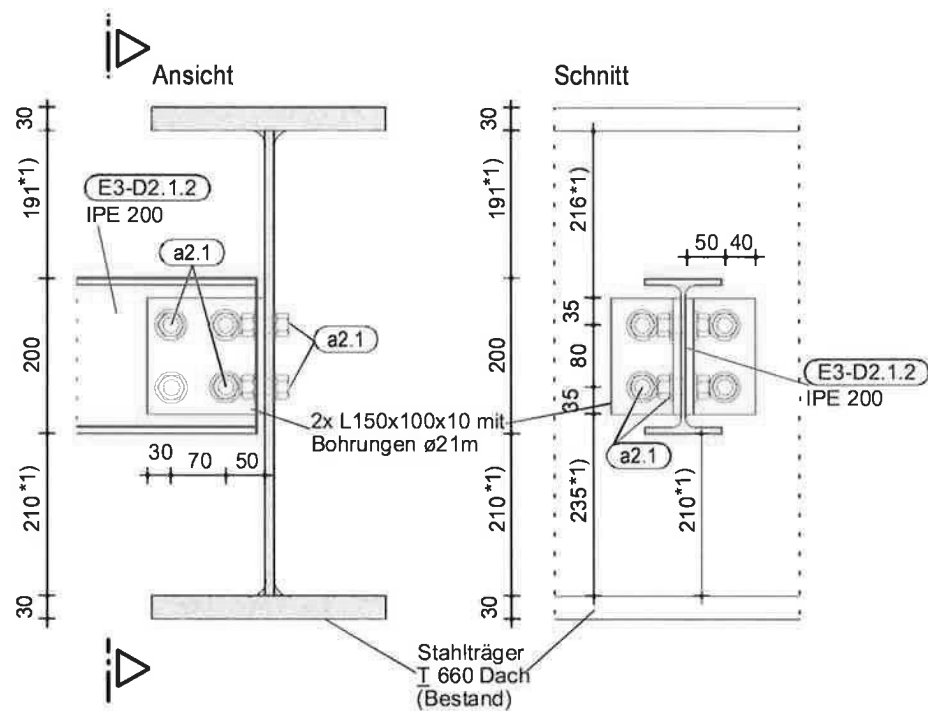
$$\begin{aligned} \sigma_d &= 14.0 \text{ N/mm}^2 / \sigma_{Rd} = 215.0 \text{ N/mm}^2 & \eta &= 0.07 < 1 \\ \tau_d &= 0.0 \text{ N/mm}^2 / \tau_{Rd} = 124.1 \text{ N/mm}^2 & \eta &= 0.00 < 1 \\ \sigma_{dv} &= 14.0 \text{ N/mm}^2 / \sigma_{Rd} = 215.0 \text{ N/mm}^2 & \eta &= 0.07 < 1 \end{aligned}$$

an Hauptträger Bestand, Achse B, Pos. 3

$$V_{z,d} =$$

21,00 kN

Geometrie:

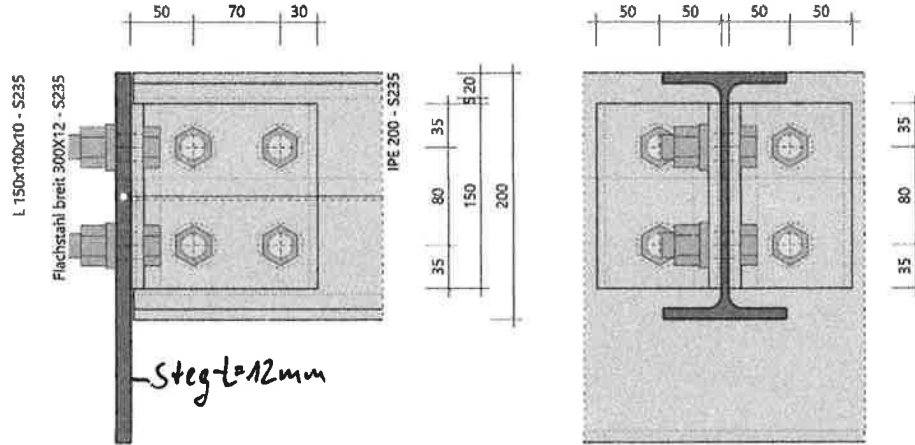


Lasteinleitung durch Winkel, verschraubt

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Blech ohne Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 2 x M20 + 4 x M20

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b ₀ mm	h _{steg} mm	t ₀ mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger (Blech) Nebenträger	Flachstahl breit 300X12 IPE 200	300 200	12 100	159	9	12 6	12	12 100	9

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	0	2	

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	h mm	b mm	t _s mm	r mm
L 150x100x10	mittig auf Achse NT	5	an Nebenträger	150	150	100	10	13

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d ₀ mm
M20	4.6	rohe Schraube	Gewinde	22.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 2 = 4 Schrauben M20 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
50	50	35	80	35

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 2 = 4 Schrauben M20 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
50	70	30	35	80	35

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	30,0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 2 M20

$V_{z,d}$ kN	I_p cm ²	$M_{Vv,d}$ kNm	$V_{a,d}$ kN	$V_{az,d}$ kN	$V_{ax,d}$ kN
15.0	32.0	0.75	12.0	7.5	9.4

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V_a kN	Hauptträger												
		e1	p1	e2	p2	Mitte		Rand						
		mm	mm	mm	mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	
vert.(z)	7.5	140	80	66	-	0.96	2.50	166.3	0.05	1.00	2.50	172.8	0.04	
horz.(x)	9.4	66	-	140	80	-	-	-	-	1.00	2.50	172.8	0.05	

Richtung	V_a kN	Winkel												
		e1	p1	e2	p2	Mitte		Rand						
		mm	mm	mm	mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	
vert.(z)	7.5	35	80	50	-	0.96	2.50	138.5	0.05	0.53	2.50	76.4	0.10	
horz.(x)	9.4	50	-	35	80	-	-	-	-	0.76	2.50	109.1	0.09	

Abschertragfähigkeit

V_a kN	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	η
12.0	0.60	47.0	0.26

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 2 M20

$V_{z,d}$ kN	I_p cm ²	$M_{Vv,d}$ kNm	$V_{a,d}$ kN	$V_{az,d}$ kN	$V_{ax,d}$ kN
30.0	113.0	2.55	17.8	15.4	9.0

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V_a kN	Nebenträger												
		e1	p1	e2	p2	Mitte		Rand						
		mm	mm	mm	mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	
vert.(z)	15.4	60	80	48	70	0.96	2.50	77.6	0.20	0.91	2.50	73.3	0.21	
horz.(x)	9.0	48	70	60	80	0.81	2.50	65.4	0.14	0.73	2.50	58.6	0.15	

Richtung	V_a kN	Winkel												
		e1	p1	e2	p2	Mitte		Rand						
		mm	mm	mm	mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	
vert.(z)	15.4	35	80	30	70	0.96	2.50	277.1	0.06	0.53	2.12	129.4	0.12	
horz.(x)	9.0	30	70	35	80	0.81	2.50	233.5	0.04	0.45	2.50	130.9	0.07	

Abschertragfähigkeit

V_a kN	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	η
17.8	0.60	94.1	0.19

Blockversagen

Bauteil	A_{nv} cm ²	A_{nt} cm ²	$V_{eff,2,Rd}$ kN	η
Nebenträger	6.0	4.8	149.8	0.20
Winkel	8.2	6.7	207.7	0.07

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit						
h	b	A	S_y	I_y	V_z	e_{My}	M_y	σ_{Rd}	τ_{Rd}	σ_d	τ_d	$\sigma_{d,v}$	η	
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²		
150	10	15.0	28.1	281.3	15.0	85	-1.28	235.0	135.7	-34.0	15.0	34.0	0.14	

E3-D2.2 Oberlicht in Dachebene Achse B-C/ 4-5

In der Dachfläche wird zur Entrauchung im Brandfall ein Oberlicht eingebaut.
 Das Trapezblechprofil wird dazu entsprechend eingekürzt, die seitlich des OL angrenzenden Abschnitte lasten auf den neuen Wechselträgern ab.
 Diese schließen mit verschraubten Winkeln an die Hauptträger an. Zur Aufnahme des OL einschl. Aufsatzrahmen dient ein hölzerner Grundrost. Die Hauptträger schließen an der Stb.- Attika sowie den stählernen Dachträger an.

E3-D2.2.1 Wechselträger für Oberlicht

1 statisches System: siehe 3

Stützweite zum Nachweis

$$l = 1,60 \text{ m}$$

2 Belastung, sh. Abschn. A1

Eigengewicht

aus geleichteter Dachkonstruktion

$$\text{Aufbau neu, } g_{\text{Da_neu}} = 0,70 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{UHD neu, an Deckenprofilen } g_{\text{UHD}} = 0,50 + 0,2 = 0,70 \text{ kN/m}^3$$

Lasteinflussbreite Dachlasten aus angrenzender Dachfläche

$$e_{1,g_Da} = 1,90/2 = 0,95 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast, } g = (g_{\text{Da_neu}} + g_{\text{UHD}}) \cdot e_{1,g_Da} = 1,33 \text{ kN/m}$$

$$\text{aus Oberlicht, Annahme } G_{\text{OL}} = 2,00 \text{ kN}$$

in ungünstiger Weise als Linienlast auf Wechselträger angesetzt

$$g_{\text{OL}} = G_{\text{OL}} / (2 \cdot l) = 0,63 \text{ kN/m}$$

Schneelast

einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm

$$s = 2,04 \text{ kN/m}^2$$

$$s_A = 3,40 \text{ kN/m}^2$$

Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht

$$e_{1,s} = 1,90/2 + 1,5/2 = 1,70 \text{ m}$$

Linienlasten,

$$s_1 = s \cdot e_{1,s} = 3,47 \text{ kN/m}$$

$$s_{1,A} = s_A \cdot e_{1,s} = 5,78 \text{ kN/m}$$

Windlast

$$\text{Winddruck, Bereich I, } w_D = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Windsog, Bereich F, } w_S = -1,30 \text{ kN/m}^2$$

Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht

$$e_{1,w} = 1,90/2 + 1,5/2 = 1,70 \text{ m}$$

Linienlasten

$$w_D = w_D \cdot e_{1,w} = 0,29 \text{ kN/m}$$

$$w_S = w_S \cdot e_{1,w} = -2,21 \text{ kN/m}$$

Nutzlast

Dachfläche wird nur zu Inspektions- und Reparaturmaßnahmen begangen,
 hier nicht maßgebend

3 Nachweise: bei geringerer Beanspruchung wie Pos. D2.1.1

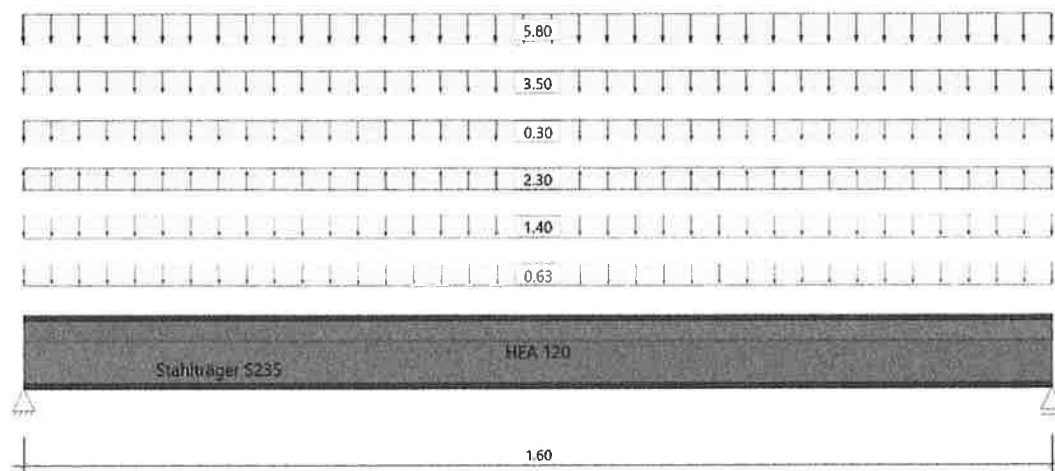
Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



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 Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	1.78 -1.84 4.64	1.78 0.24 4.64		
2	1.60	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	1.78 -1.84 4.64	1.78 0.24 4.64		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	6.82 -0.98			
2	1.60	Lk 1 Lk 2	6.82 -0.98			

E3-D2.2.2 Hauptträger Oberlicht

1 statisches System: siehe 3

Stützweite zum Nachweis

$$l = 4,30 \text{ m}$$

2 Belastung, sh. Abschn. A1

Eigengewicht

Spannrichtung Trapezblech parallel zum Träger, es wird ein Laststreifen angesetzt
Lasteinflussbreite Dachlasten aus angrenzender Dachfläche

$$e_{1,g_Da} = 2 \cdot 0,5/2 = 0,50 \text{ m}$$

aus gleicherer Dachkonstruktion

$$\text{Aufbau neu, } g_{Da_neu} = 0,70 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{UHD neu, an Deckenprofilen } g_{UHD} = 0,50 + 0,2 = 0,70 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Linienlast, } g = (g_{Da_neu} + g_{UHD}) \cdot e_{1,g_Da} = 0,70 \text{ kN/m}$$

Belastung aus Oberlicht

- wurde in ungünstiger Weise beim Nachweis der Wechselträger berücksichtigt

Einzellast aus Pos. E3-D2.2.1 Wechsel

$$G_{We} = 1,78 \text{ kN}$$

Schneelast

einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm

$$s = 2,04 \text{ kN/m}^2$$

$$s_A = 3,40 \text{ kN/m}^2$$

zum Nachweis Laststreifen mit

$$e_{1,s} = 2 \cdot 0,5/2 = 0,50 \text{ m}$$

Linienlasten,

$$s_1 = s \cdot e_{1,s} = 1,02 \text{ kN/m}$$

$$s_{1,A} = s_A \cdot e_{1,s} = 1,70 \text{ kN/m}$$

Einzellast aus Pos. E3-D2.2.1 Wechsel

$$S_{We} = 2,80 \text{ kN}$$

$$S_{A,We} = 4,64 \text{ kN}$$

Windlast

$$\text{Winddruck, Bereich I, } w_D = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Windsog, Bereich F, } w_S = -1,30 \text{ kN/m}^2$$

zum Nachweis Laststreifen mit

$$e_{1,w} = 2 \cdot 0,5/2 = 0,50 \text{ m}$$

Linienlasten

$$w_D = w_D \cdot e_{1,w} = 0,09 \text{ kN/m}$$

$$w_S = w_S \cdot e_{1,w} = -0,65 \text{ kN/m}$$

Einzellast aus Pos. E3-D2.2.1 Wechsel

$$W_{D,We} = 0,24 \text{ kN}$$

$$W_{S,We} = -1,84 \text{ kN}$$

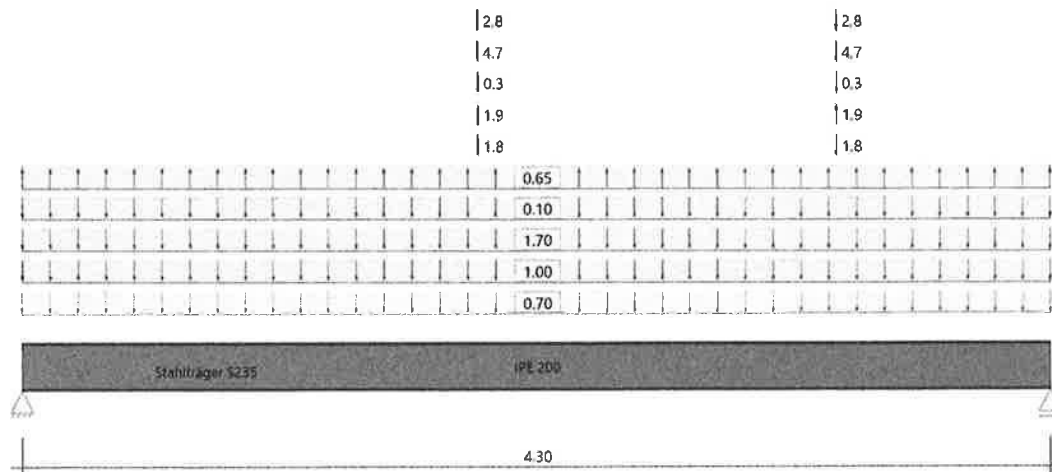
Nutzlast

Dachfläche wird nur zu Inspektions- und Reparaturmaßnahmen begangen,
 hier nicht maßgebend

3 Nachweise: bei geringerer Beanspruchung wie Pos. D2.1.2

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

System



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 Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	3.37 -2.86 7.26	3.37 0.45 7.26		
2	4.30	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	4.20 -3.74 9.45	4.20 0.58 9.45		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

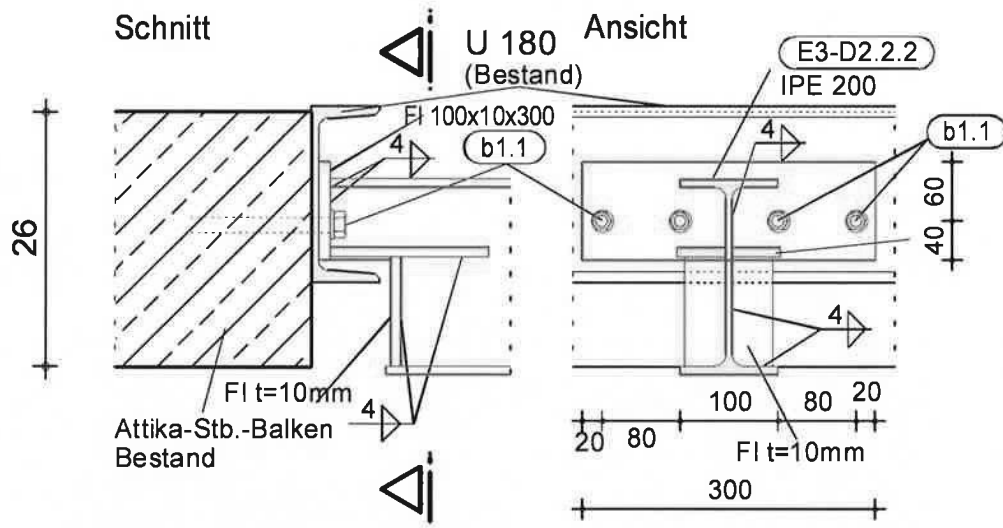
Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	11.39 -0.92			
2	4.30	Lk 1 Lk 2	14.60 -1.40			

Anschlüsse an Stb.- Attika im Bestand

Trägerprofil in U- Randprofil führen, Verbolzung mit 4x Verbunddanker M16
 eff. Verankerungstiefe $\geq 120\text{mm}$

Geometrie:

Anschluss Oberlichtträger an Attika-Stb.-Balken



$$V_{z,d} = 11,40 \text{ kN}$$

Beanspruchung für 2x Verbunddanker M16

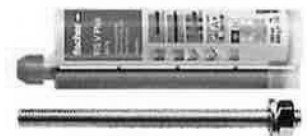
$$V_{z,d,1} = V_{z,d} / 2 = 5,70 \text{ kN}$$

Nachweis mit $V_{z,d} = 10 \text{ kN}$

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 175 R, nicht rostender Stahl 120 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-20/0603, Option 1, Erteilungsdatum 13.11.2020



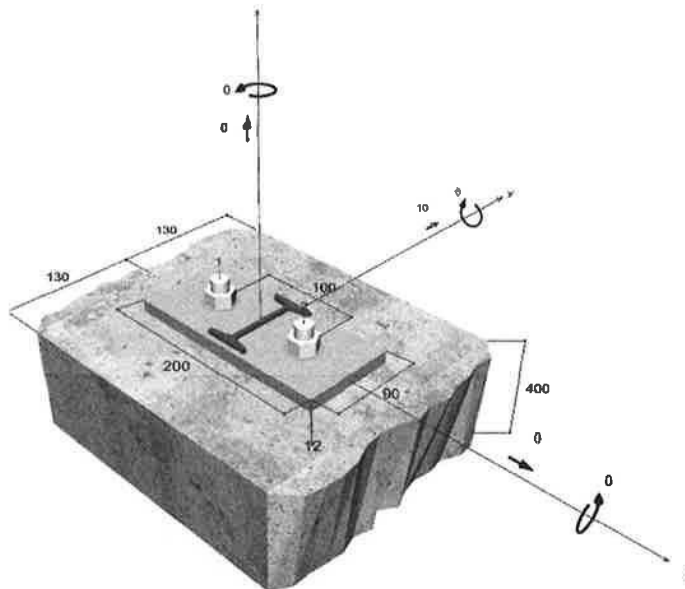
Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)





Nicht maßstabsgetreu

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN1992-4:2018 Verbundanker
Verankerungsgrund	C20/25, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Temperaturbereich	24 °C Langzeittemperatur, 40 °C Kurzzeittemperatur
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	200 mm x 90 mm x 12 mm
Profiltyp	I 80

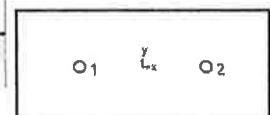
Bemessungslasten *)

#	N _{Ed} kN	V _{Ed,x} kN	V _{Ed,y} kN	M _{Ed,x} kNm	M _{Ed,y} kNm	M _{T,Ed} kNm	Belastungsart
1	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	0,00	5,00	0,00	5,00
2	0,00	5,00	0,00	5,00



Max. Betonstauchung :
Max. Betondruckspannung :
Resultierende Zugkraft :
Resultierende Druckkraft :

‰
N/mm²
kN , X/Y Position (/)
kN , X/Y Position (/)

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	5,00	35,28	14,2
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	10,00	43,10	23,2
Betonkantenbruch	10,00	18,88	59,2

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 = 1,00 \cdot 55,00 \text{ kN} = 55,00 \text{ kN}$$

Gl. (7.35)
(7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{vs} %
55,00	1,56	35,28	5,00	14,2

Anker-Nr.	β_{vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	14,2	1	$\beta_{vs;1}$
2	14,2	2	$\beta_{vs;2}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 32,33 \text{ kN} = 64,65 \text{ kN}$$

Gl. (7.39c)

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$

Gl. (7.13)

$$N_{Rk,p} = 36,19 \text{ kN} \cdot \frac{119.600 \text{ mm}^2}{129.600 \text{ mm}^2} \cdot 0,917 \cdot 1,056 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 32,33 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1,00 \cdot \pi \cdot 16 \text{ mm} \cdot 120 \text{ mm} \cdot 6,0 \text{ N/mm}^2 = 36,19 \text{ kN}$$

Gl. (7.14)

$$\Psi_{sus} = 1,00$$

Gl. (7.14a)

$$\alpha_{sus} = 0,00 \leq \Psi_{sus}^0 = 0,76$$

$$s_{cr,Np} = \min \left(7,3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,uer} \right)^{0,5}; 3 \cdot h_{ef} \right)$$

Gl. (7.15)

$$\Psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{130 \text{ mm}}{180 \text{ mm}} = 0,917 \leq 1$$

Gl. (7.16)

Gl. (7.20)

$$\Psi_{g,Np} = \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot (\Psi_{g,Np}^0 - 1)$$

Gl. (7.17)

$$\Psi_{g,Np} = 1,118 - \sqrt{\frac{100 \text{ mm}}{360 \text{ mm}}} \cdot (1,118 - 1) = 1,056 \geq 1$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5}$$

Gl. (7.18)

$$\Psi_{g,Np}^0 = \sqrt{2} - (\sqrt{2} - 1) \cdot \left(\frac{6,0 \text{ N/mm}^2}{7,5 \text{ N/mm}^2} \right)^{1,5} = 1,118 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{7,7}{3,14 \cdot 16 \text{ mm}} \sqrt{120 \text{ mm} \cdot 20,0 \text{ N/mm}^2} = 7,5 \text{ N/mm}^2$$

Gl. (7.19)

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_{ex}}{s_{ex,Np}}} = \Psi_{ec,Np,x} \cdot \Psi_{ec,Np,y} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.21)}$$

$$\Psi_{re,Np} = 1,000 \quad \text{Gl. (7.6)}$$

$V_{Rk,cp}$ kN	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
64,65	1,50	43,10	10,00	23,2

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	23,2	1	$\beta_{V,cp;1}$

Betonkantenbruch

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,o})$$



$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{r,V}}{A_{r,V}^0} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V} \quad \text{Gl. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c} = 20,15kN \cdot \frac{95.550mm^2}{76.050mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 25,32kN$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ctk}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{Gl. (7.41)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = 1,7 \cdot (16mm)^{0,096} \cdot (120mm)^{0,066} \cdot \sqrt{20,0N/mm^2} \cdot (130mm)^{1,5} = 20,15kN$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{120mm}{130mm}} = 0,096 \quad \beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d}{c_1}\right)^{0,2} = 0,1 \cdot \left(\frac{16mm}{130mm}\right)^{0,2} = 0,066 \quad \text{Gl. (7.42/7.43)}$$

$$\Psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5c_1} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{195mm}{1,5 \cdot 130mm} = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.45)}$$

$$\Psi_{h,V} = \max\left(1; \sqrt{\frac{1,5c_1}{h}}\right) = \max\left(1; \sqrt{\frac{1,5 \cdot 130mm}{400mm}}\right) = 1,000 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.46)}$$

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} = \sqrt{\frac{1}{(\cos 0,0)^2 + (0,5 \cdot \sin 0,0)^2}} = 1,000 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.48)}$$

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{ex}}{3 \cdot c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 130mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.47)}$$

$$\Psi_{re,V} = 1,000$$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
25,32	1,50	16,88	10,00	59,2

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	59,2	1	$\beta_{V,c;1}$

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

$$\beta_V = \beta_{V,c;1} = 0,59 \leq 1$$

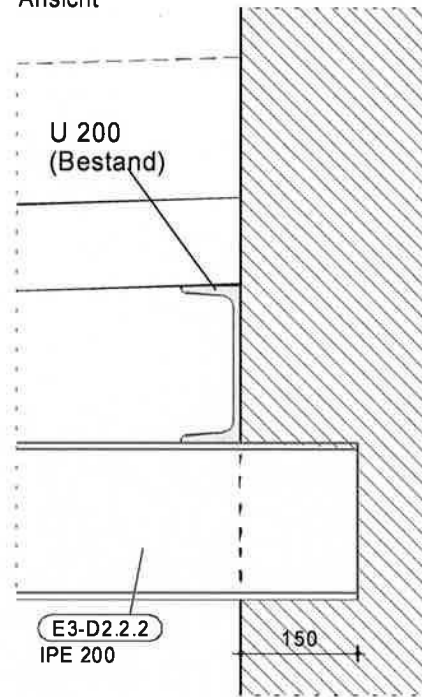


Nachweis erfolgreich

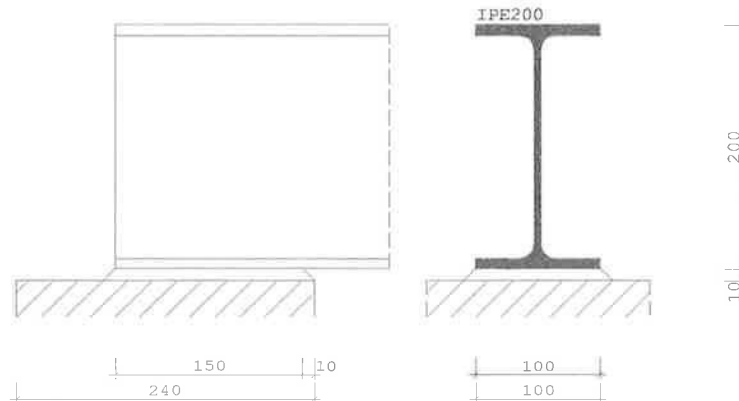
- an Bestandwand Achse C'

Geometrie:

Ansicht



Nachweis mit $V_{z,d} = 20 \text{ kN}$



Träger auf Wand : Auflagerkraft $F_d =$		20.00 kN	
Norm	DIN EN 1993		
Träger	: IPE200		
Stahl	S235	$f_{yk} = 235.0 \text{ N/mm}^2$	$f_{uk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$
		$f_{vw,d} = 207.8 \text{ N/mm}^2$	$\beta_w = 0.80$
Mauerwerk	: Mz-12-1,6-MG II	$f_y = 5.40 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_{m0} = 1.00$
Auflager	: Mörtelfuge	150 / 100 / 10 mm	$\gamma_{m2} = 1.25$

Nachweis des Trägers nach EN 1993-1-5,6.6

Mitragende Längen	$l_{eff} = 185.9 \text{ mm}$	$t_w = 5.6 \text{ mm}$
Grenzkraft	$FRd = t_w \cdot l_{eff} \cdot f_{yk} / 1.1$	$= 222.43 \text{ kN}$
Nachweis	F_d / FRd	$= 20.00 \text{ kN} / 222.43 \text{ kN}$
		$\eta_2 = 0.09 < 1$

Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Kap.6

Schnittgrößen	$N_{Ed} = 0.00 \text{ kN}$	$V_{Ed} = 20.00 \text{ kN}$	$M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$
Querschnittsklasse	1		
Nachweis	$M_{Ed} = 0.0 \text{ kNm}$	$M_{pl,Rd} = 52.0 \text{ kNm}$	$\eta_1 = 0.00 < 1$
Nachweis	$V_{Ed} = 20.0 \text{ kN}$	$V_{pl,Rd} = 189.9 \text{ kN}$	$\eta = 0.11 < 1$
Nachweis	$N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$	$N_{pl,Rd} = 669.4 \text{ kN}$	$\eta = 0.00 < 1$

Interaktion Querbelastung und Moment+N nach DIN EN 1993-1-5,7.2

$$\eta_2 + 0.8 \cdot \eta_1 = 0.09 < 1.4$$

Nachweis der Flanschbiegung

Moment am Beginn der Ausrundung	$M_{Ed} = 0.8 \text{ kNcm}$	$M_{pl,Rd} = 4.2 \text{ kNcm}$
plast. Grenzmoment Flansch	$M_{Ed} = 0.8 \text{ kNcm}$	$M_{pl,Rd} = 4.2 \text{ kNcm}$
Nachweis		$\eta = 0.19 < 1$

Nachweis des Auflagers

Hinweis: Die Knicksicherheit der Wand ist gesondert nachzuweisen.

Bemessungsverfahren	Genaueres Verfahren
Wanddicke	24.0 cm
Wandlänge	150.0 cm
Randabstand	50.0 cm

Nachweis des Auflagers

Ausmitte	$= 24.0 \text{ cm} / 2 - 1.0 \text{ cm} = 11.0 \text{ cm}$	$15.0 \text{ cm} / 2 = 7.5 \text{ cm}$
Erhöhungsfaktor auf Widerstandsseite		1.35
Nachweis	F_d / FRd	$= 20.00 \text{ kN} / 84.32 \text{ kN}$
		$\eta = 0.24 < 1$

max $\eta = 0.24 \leq 1$ Druckspannung Wand

E3-D2.3 Oberlicht in Dachebene Achse E-F/ 9-10

In der Dachfläche wird zur Entrauchung im Brandfall ein Oberlicht eingebaut.
Das Trapezblechprofil wird dazu entsprechend eingekürzt, die seitlich des OL angrenzenden Abschnitte lasten auf den neuen Wechselträgern ab.
Diese schließen mit verschraubten Winkeln an die Hauptträger an. Zur Aufnahme des OL einschl. Aufsatzrahmen dient ein hölzerner Grundrost. Die Hauptträger schließen an die Deckenträger im Bestand an.

E3-D2.3.1 Wechselträger für Oberlicht

1 statisches System: siehe 3

Stützweite zum Nachweis

$$l = 1,60 \text{ m}$$

2 Belastung, sh. Abschn. A1

Eigengewicht

aus geleichteter Dachkonstruktion

$$\text{Aufbau neu, } g_{\text{Da_neu}} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{UHD neu, an Deckenprofilen } g_{\text{UHD}} = 0,50 + 0,2 = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

Lasteinflussbreite Dachlasten aus angrenzender Dachfläche

$$e_{1,g_Da} = 4,10/2 = 2,05 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast, } g = (g_{\text{Da_neu}} + g_{\text{UHD}}) \cdot e_{1,g_Da} = 2,87 \text{ kN/m}$$

aus Oberlicht, Annahme $G_{\text{OL}} = 2,00 \text{ kN}$

in ungünstiger Weise als Linienlast auf Wechselträger angesetzt

$$g_{\text{OL}} = G_{\text{OL}} / (2 \cdot l) = 0,63 \text{ kN/m}$$

Schneelast

einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm

$$s = 2,04 \text{ kN/m}^2$$

$$s_A = 3,40 \text{ kN/m}^2$$

Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht

$$e_{1,s} = 4,10/2 + 1,5/2 = 2,80 \text{ m}$$

Linienlasten,

$$s_1 = s \cdot e_{1,s} = 5,71 \text{ kN/m}$$

$$s_{1_A} = s_A \cdot e_{1,s} = 9,52 \text{ kN/m}$$

Windlast

$$\text{Winddruck, Bereich I, } w_D = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Windsog, Bereich F, } w_S = -1,30 \text{ kN/m}^2$$

Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht

$$e_{1,w} = 4,10/2 + 1,5/2 = 2,80 \text{ m}$$

Linienlasten

$$w_{_D} = w_D \cdot e_{1,w} = 0,48 \text{ kN/m}$$

$$w_{_S} = w_S \cdot e_{1,w} = -3,64 \text{ kN/m}$$

Nutzlast

Dachfläche wird nur zu Inspektions- und Reparaturmaßnahmen begangen,
hier nicht maßgebend

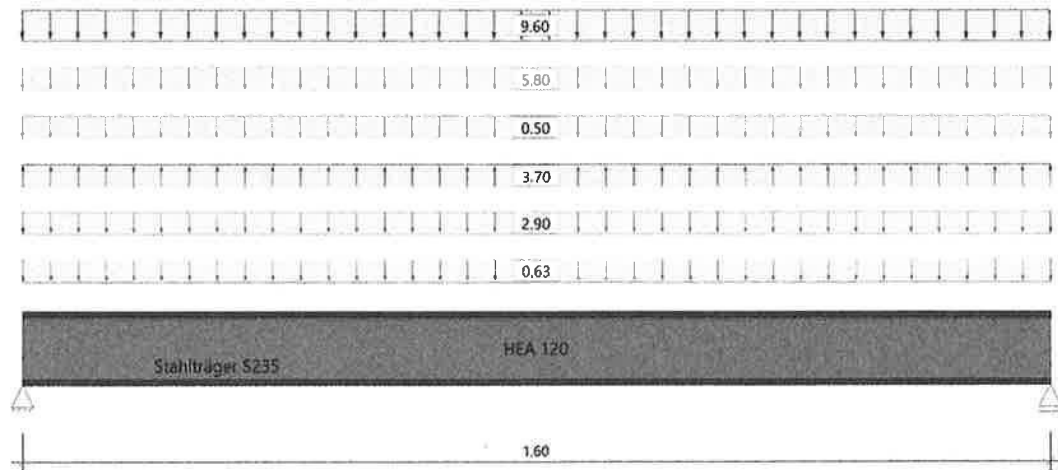
3 Nachweise - mit HEA 120

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 120	606	231	106	38	25.3

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.60	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

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		1.60		2.90		Nein	ständig		
	2	GL		1.60		0.63		Nein	ständig		
	3	GL		1.60		5.80		Ja	Schnee		1
	4	GL		1.60		9.60		Ja	außergewöhnlich		1
	5	GL		1.60		0.50		Ja	Wind		2
	6	GL		1.60		-3.70		Ja	Wind		2
Der Systembezug einer gleichzeitig feldweise und alternativen Last bleibt erhalten!											
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 : Zusammenhörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe											

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	Dach
2	Oberlicht
3	Dach, OL
4	Dach, OL
5	WD_Dach
6	Windsog

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 32 kg mlt Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
außergewöhnliche Einwirkungen					1.00
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

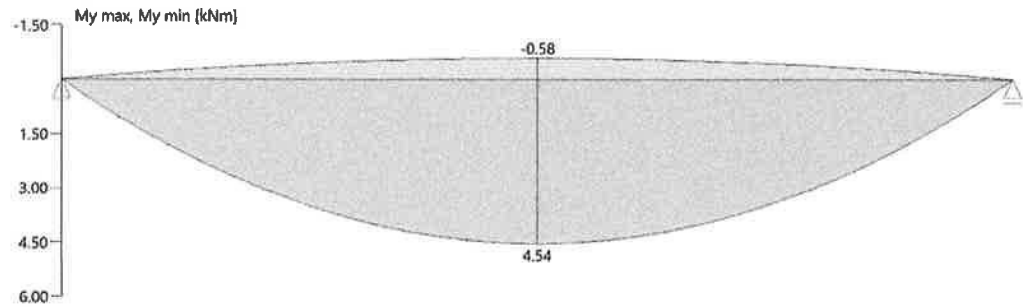
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.16	0.18	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.15	0.15	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.12

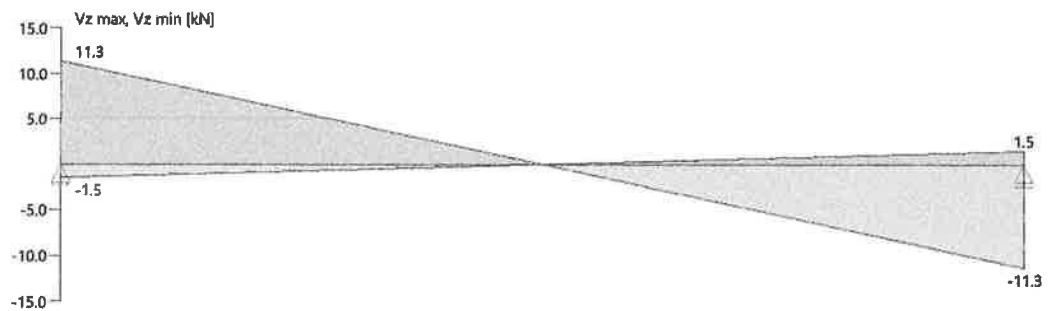
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Q[k]	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	11.3	0.10	0.00	0.00	0.10	1
	0.80	1	0.0	0.00	4.54	0.16	0.16	1
	1.60	1	-11.3	0.10	0.00	0.00	0.10	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Q[k]	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
0.80	1	0.0	4.54	6.54	0.18	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.18$

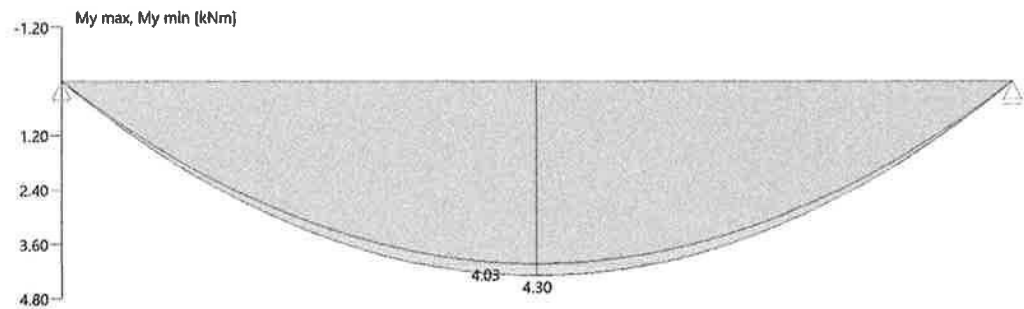
$$\begin{aligned}
 M_{y,Ed} &= 4.54 \text{ kNm} \\
 M_{cr} &= 518.54 \text{ kNm} \\
 \lambda_{lt} &= 0.23 \\
 \chi_{lt} &= 1.00 \\
 M_{y,Rd} &= 28.16 \text{ kNm} \\
 \gamma_{M1} &= 1.10
 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 0.80 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

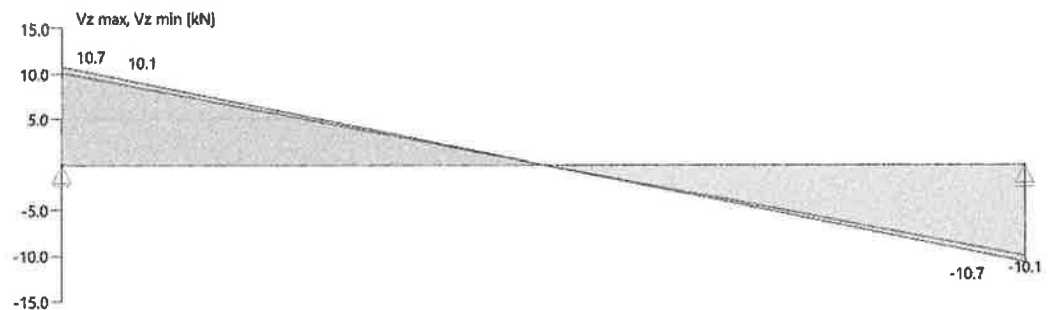
Tragsicherheit - Lastkombination außergewöhnlich

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	10.7	0.09	0.00	0.00	0.09	3
	0.80	1	0.0	0.00	4.30	0.15	0.15	3
	1.60	1	-10.7	0.09	0.00	0.00	0.09	3

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
0.80	1	0.0	4.30	6.54	0.15	3

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

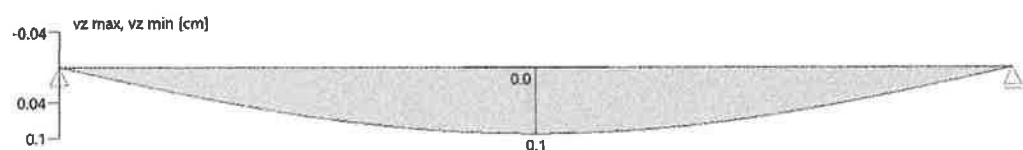
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.15$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 4.30 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 518.26 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.23 \\ \chi_{lt} &= 1.00 \\ M_{y,Rd} &= 28.16 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.00 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 3 bei x = 0.80 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.80	0.0	-0.1	0.1	0.01	4

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.80	1.60	0.00	1.60	0.03	0.1	0.5	0.12	4

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 $f_{z,Cd}$: größte Auslastung der berechneten Stelle
 η : Lastfallkombination

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 Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	2.98 -2.96 7.68	2.98 0.40 7.68		
2	1.60	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	2.98 -2.96 7.68	2.98 0.40 7.68		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	11.35 -1.46			
2	1.60	Lk 1 Lk 2	11.35 -1.46			

Anschlüsse

an Hauptträger Pos. E-D2.3.2

$V_{z,d} = 11,35$ kN

bei geringerer Beanspruchung wie Pos, D2.1.1

E3-D2.3.2 Hauptträger Oberlicht

1 statisches System: siehe 3

Stützweite zum Nachweis

$$l = 6,00 \text{ m}$$

2 Belastung, sh. Abschn. A1

Eigengewicht

Spannrichtung Trapezblech parallel zum Träger, es wird ein Laststreifen angesetzt
 Lasteinflussbreite Dachlasten aus angrenzender Dachfläche

$$e_{1,g_Da} = 2 \cdot 0,5/2 = 0,50 \text{ m}$$

aus gleicherer Dachkonstruktion

$$\text{Aufbau neu, } g_{Da_neu} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{UHD neu, an Deckenprofilen } g_{UHD} = 0,50 + 0,2 = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Linienlast, } g = (g_{Da_neu} + g_{UHD}) \cdot e_{1,g_Da} = 0,70 \text{ kN/m}$$

Belastung aus Oberlicht

- wurde in ungünstiger Weise beim Nachweis der Wechselträger berücksichtigt

Einzellast aus Pos. E3-D2.3.1 Wechsel

$$G_{We_1} = 2,98 \text{ kN}$$

aus Wechsel 2, im Verhältnis der Lasteinzugsbreiten ermittelt

$$e_{We_1} = 4,10/2 = 2,05 \text{ m}$$

$$e_{We_2} = 0,4/2 = 0,20 \text{ m}$$

$$x = e_{We_2}/e_{We_1} = 0,10$$

$$G_{We_2} = (G_{We_1} - 0,63) \cdot x + 0,63 = 0,86 \text{ kN}$$

aus Lüftungsgerät über Dach, mit Ablastung auf Hauptträgern

$$\text{Eigengewicht gesamt } G_{Lü} = 15,00 \text{ kN}$$

$$\text{Aufstandslänge je Träger, } l_1 = 3,50 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast je Trägerprofil, } g_{Lü} = G_{Lü} / (2 \cdot l_1) = 2,14 \text{ kN/m}$$

Schneelast

einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm

$$s = 2,04 \text{ kN/m}^2$$

$$s_A = 3,40 \text{ kN/m}^2$$

zum Nachweis Laststreifen mit

$$e_{1,s} = 2 \cdot 0,5/2 = 0,50 \text{ m}$$

Linienlasten,

$$s_1 = s \cdot e_{1,s} = 1,02 \text{ kN/m}$$

$$s_{1,A} = s_A \cdot e_{1,s} = 1,70 \text{ kN/m}$$

Einzellast aus Pos. E3-D2.3.1 Wechsel 1

$$S_{We_1} = 4,64 \text{ kN}$$

$$S_{A,We_1} = 7,68 \text{ kN}$$

aus Wechsel 2

$$S_{We_2} = S_{We_1} \cdot x = 0,46 \text{ kN}$$

$$S_{A,We_2} = S_{A,We_1} \cdot x = 0,77 \text{ kN}$$

Windlast

Winddruck, Bereich I, $w_D = 0,17 \text{ kN/m}^2$

Windsog, Bereich F, $w_S = -1,30 \text{ kN/m}^2$

zum Nachweis Laststreifen mit

$$e_{1,w} = 2 \cdot 0,5/2 = 0,50 \text{ m}$$

Linienlasten

$$w_{D'} = w_D \cdot e_{1,w} = 0,09 \text{ kN/m}$$

$$w_{S'} = w_S \cdot e_{1,w} = -0,65 \text{ kN/m}$$

Einzellast aus Pos. E3-D2.3.1 Wechsel 1

$$W_{D,We_1} = 0,40 \text{ kN}$$

$$W_{S,We_1} = -2,96 \text{ kN}$$

aus Wechsel 2

$$W_{D,We_2} = W_{D,We_1} \cdot x = 0,04 \text{ kN}$$

$$W_{S,We_2} = W_{S,We_1} \cdot x = -0,30 \text{ kN}$$

Nutzlast

Dachfläche wird nur zu Inspektions- und Reparaturmaßnahmen begangen,
 hier nicht maßgebend

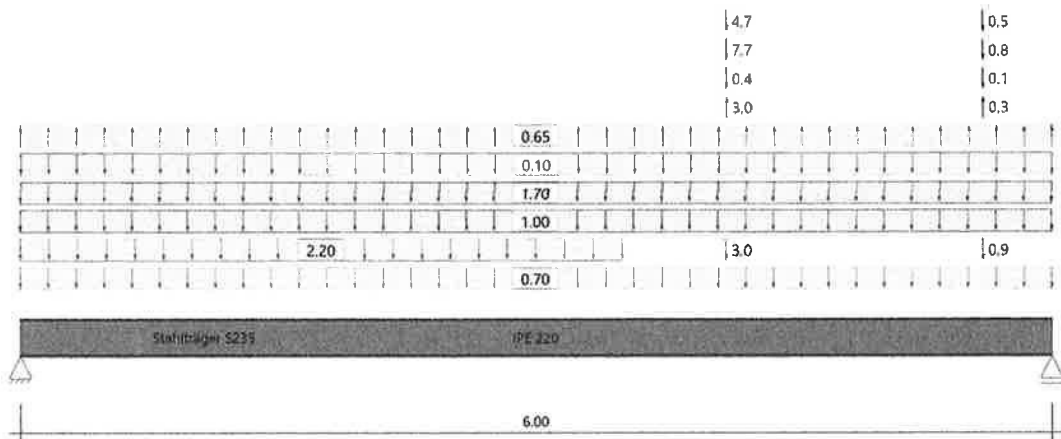
3 Nachweise:

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2 \quad G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3 \quad \mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

$$\text{Streckgrenze } t \leq 40 \text{ mm} \quad f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Zugfestigkeit } t \leq 40 \text{ mm} \quad f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 220	2772	205	252	37	33.4
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

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	0.0	0.0
2	6.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []		EG	Zus	Alt
System	1	kraft	4.10	3.0 kN		ständig		
	2	kraft	5.60	0.9 kN		ständig		
	3	kraft	4.10	4.7 kN		Schnee	1	1
	4	kraft	5.60	0.5 kN		Schnee	1	1
	5	kraft	4.10	7.7 kN		außergewöhnlich	2	1
	6	kraft	5.60	0.8 kN		außergewöhnlich	2	1
	7	kraft	4.10	0.4 kN		Wind	3	2
	8	kraft	5.60	0.1 kN		Wind	3	2
	9	kraft	4.10	-3.0 kN		Wind	4	2
	10	kraft	5.60	-0.3 kN		Wind	4	2

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	Wechsel
2	Wechsel
3	Wechsel
4	Wechsel
5	Wechsel
6	Wechsel
7	Wechsel
8	Wechsel
9	Wechsel
10	Wechsel

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	11	GL		6.00		0.70		Nein	ständig		
	12	GL		6.00		1.00		Ja	Schnee	1	1
	13	GL		6.00		1.70		Ja	außergewöhnlich	2	1
	14	GL		6.00		0.10		Ja	Wind	3	2
	15	GL		6.00		-0.65		Ja	Wind	4	2
	16	TL		3.50		2.20	2.20	Nein	ständig		

Der Systembezug einer gleichzeitig feldweise und alternativen Last bleibt erhalten!

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
11	Dach
12	Dach, OL
13	Dach, OL
14	WD_Dach
15	Windsog
16	Lüftungsgerät

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 157 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ_F, inf	γ_F, sup
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee $H < 1000$ m	0.50	0.20	0.00		1.50
außergewöhnliche Einwirkungen					1.00
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{\text{eff}} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{F, \text{sup}}$ oder $\gamma_{F, \text{inf}}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{\text{lim}} =$	5,0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{\text{lim}} =$	Kragarm $l_{\text{eff}}/150$
	$\delta_{\text{lim}} =$	Felder $l_{\text{eff}}/300$

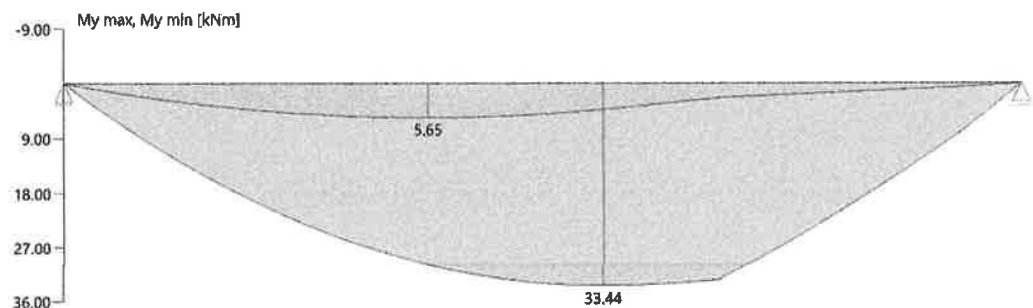
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Q_k}	η_{Stabi}	$\eta_{\text{Verformung}}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.50	0.69	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.44	0.56	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.76

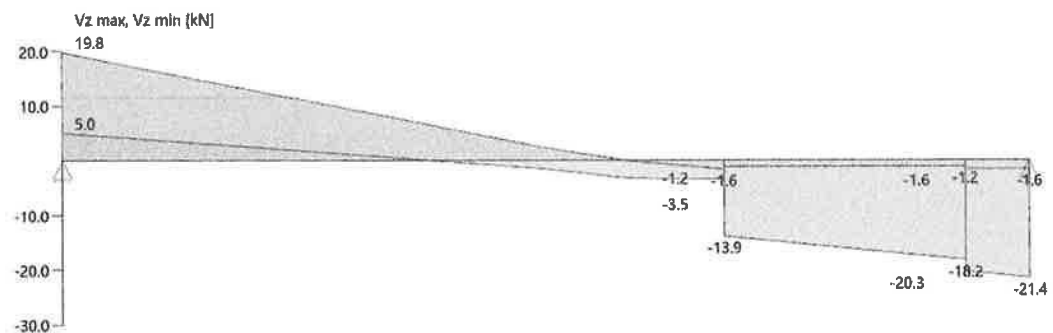
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	19.8	0.09	0.00	0.00	0.09	1
	3.38	1	0.0	0.00	33.44	0.50	0.50	1
	4.10	1	-2.4	0.01	32.45	0.48	0.48	1
	4.10	1	-13.9	0.06	32.45	0.48	0.48	1
	5.60	1	-18.2	0.08	8.35	0.12	0.12	1
	5.60	1	-20.3	0.09	8.35	0.12	0.12	1
	6.00	1	-21.4	0.10	0.00	0.00	0.10	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
3.40	1	0.0	33.44	6.54	0.69	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) = 0.69$$

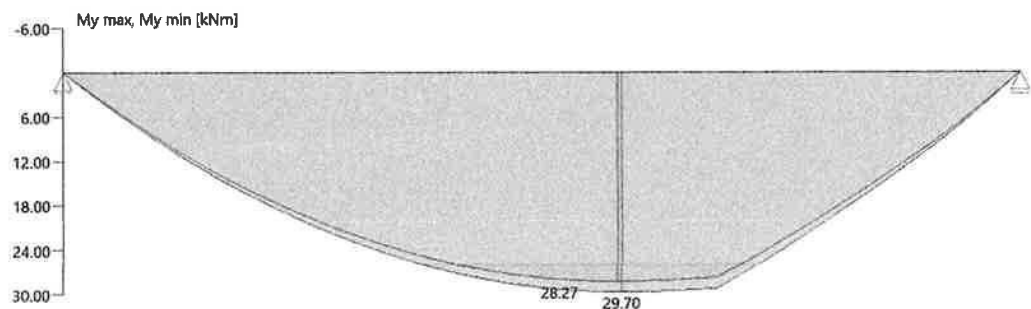
$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 33.44 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 92.55 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.85 \\ \chi_{lt} &= 0.79 \\ M_{y,Rd} &= 67.24 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 3.40 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

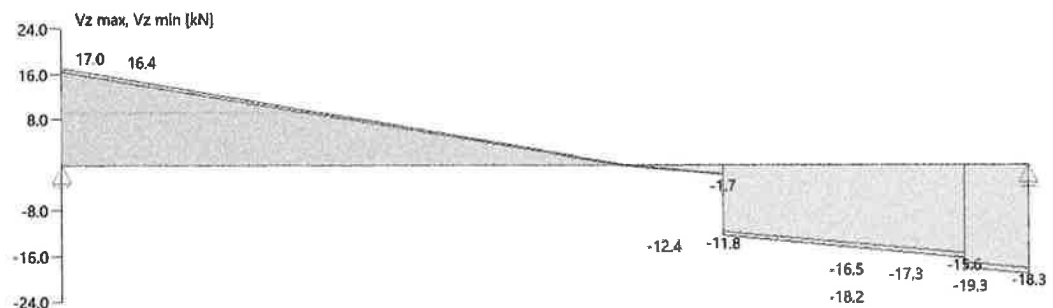
Tragsicherheit - Lastkombination außergewöhnlich

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	V _{z,Ed} [kN]	ηv_z	M _{y,Ed} [kNm]	ηM_y	η	Lk
Feld 1	0.00	1	17.0	0.08	0.00	0.00	0.08	3
	3.49	1	0.0	0.00	29.70	0.44	0.44	3
	4.10	1	-1.7	0.01	29.18	0.43	0.43	3
	4.10	1	-12.4	0.06	29.18	0.43	0.43	3
	5.60	1	-16.5	0.08	7.49	0.11	0.11	3
	5.60	1	-18.2	0.08	7.49	0.11	0.11	3
	6.00	1	-19.3	0.09	0.00	0.00	0.09	3

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	GI	η	Lfk
3.50	1	0.0	29.70	6.54	0.56	3

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

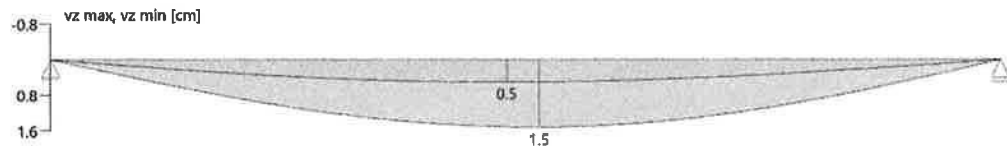
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) = 0.56$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 29.70 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 92.00 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.85 \\ \chi_{lt} &= 0.79 \\ M_{y,Rd} &= 67.24 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.00 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 3 bei x = 3.50 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	f _{y,Ed} [cm]	f _{z,Ed} [cm]	f _{res,Ed} [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.16	0.0	-1.5	1.5	0.30	4

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	f _{z,g} [cm]	f _{z,Ed} [cm]	f _{z,Cd} [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.16	6.00	0.00	6.00	0.9	1.5	2.0	0.76	4

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
f_{z,g} : Bemessungswert der Verschiebung
f_{z,Ed} : zulässige Verschiebung aus l_{eff}
f_{z,Cd} : größte Auslastung der berechneten Stelle
 η : Lastfallkombination
Lfk : Lastfallkombination

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 Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	9.35 -2.92 7.59	9.35 0.43 4.52 7.59		
2	6.00	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	8.02 -4.28 11.11	8.02 0.67 6.68 11.11		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	19.80 4.97			
2	6.00	Lk 1 Lk 2	21.45 1.60			

Anschlüsse:

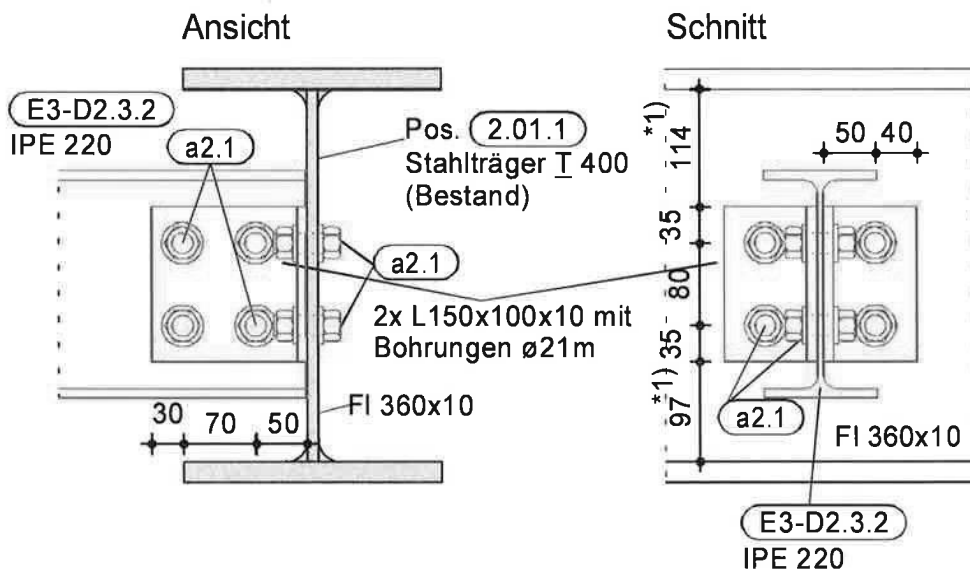
an Deckenträger im Bestand, Pos. 2.01.1

$$V_{z,d} =$$

21,45 kN

Nachweis mit $V_{z,d} = 35$ kN

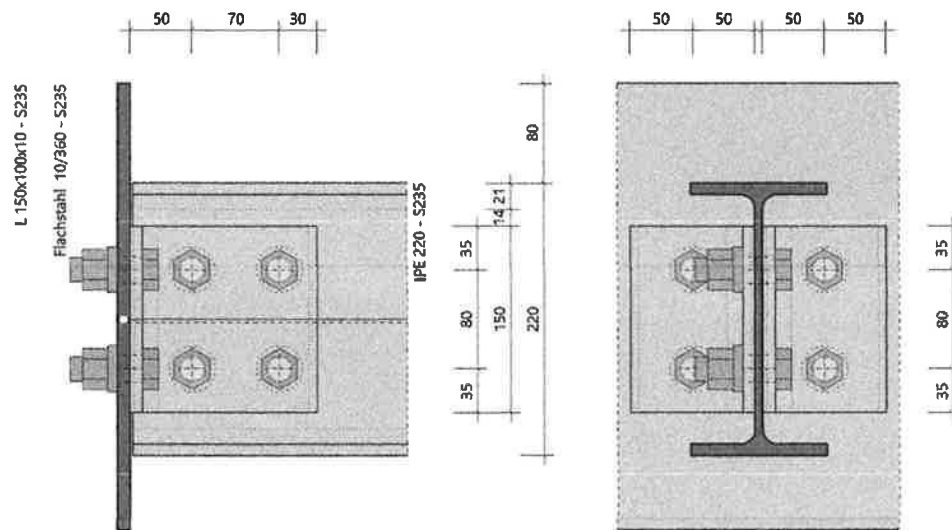
Geometrie:



Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Blech ohne Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 2 x M20 + 4 x M20

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b _o mm	h _{steg} mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger (Blech)	Flachstahl 10/360	360	10			10		10	
Nebenträger	IPE 220	220	110	178	9	6	12	110	9

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	80	2	

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	h mm	b mm	t _s mm	r mm
L 150x100x10	mittig auf Achse NT	14	an Nebenträger	150	150	100	10	13

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d _a mm
M20	4.6	rohe Schraube	Gewinde	22.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 2 = 4 Schrauben M20 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe			
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm	
50	50	35	80	35	

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 2 = 4 Schrauben M20 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe			
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
50	70	30	35	80	35

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	35.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 2 M20

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yw,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
17.5	32.0	0.88	14.0	8.8	10.9

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a	Hauptträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	8.8	230	80	66	-	0.96	2.50	138.5	0.06	1.00	2.50	144.0	0.06
horz.(x)	10.9	66	-	230	80	-	-	-	-	1.00	2.50	144.0	0.08

Richtung	V _a	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	8.8	35	80	50	-	0.96	2.50	138.5	0.06	0.53	2.50	76.4	0.11
horz.(x)	10.9	50	-	35	80	-	-	-	-	0.76	2.50	109.1	0.10

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
14.0	0.60	47.0	0.30

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 2 M20

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yw,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
35.0	113.0	2.98	20.8	18.0	10.5

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a	Nebenträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	18.0	70	80	48	70	0.96	2.50	81.7	0.22	1.00	2.50	85.0	0.21
horz.(x)	10.5	48	70	70	80	0.81	2.50	68.9	0.15	0.73	2.50	61.8	0.17

Richtung	V _a kN	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	18.0	35	80	30	70	0.96	2.50	277.1	0.06	0.53	2.12	129.4	0.14
horz.(x)	10.5	30	70	35	80	0.81	2.50	233.5	0.05	0.45	2.50	130.9	0.08

Abschertragfähigkeit

V_s kN	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	η
20.8	0.60	94.1	0.22

Blockversagen

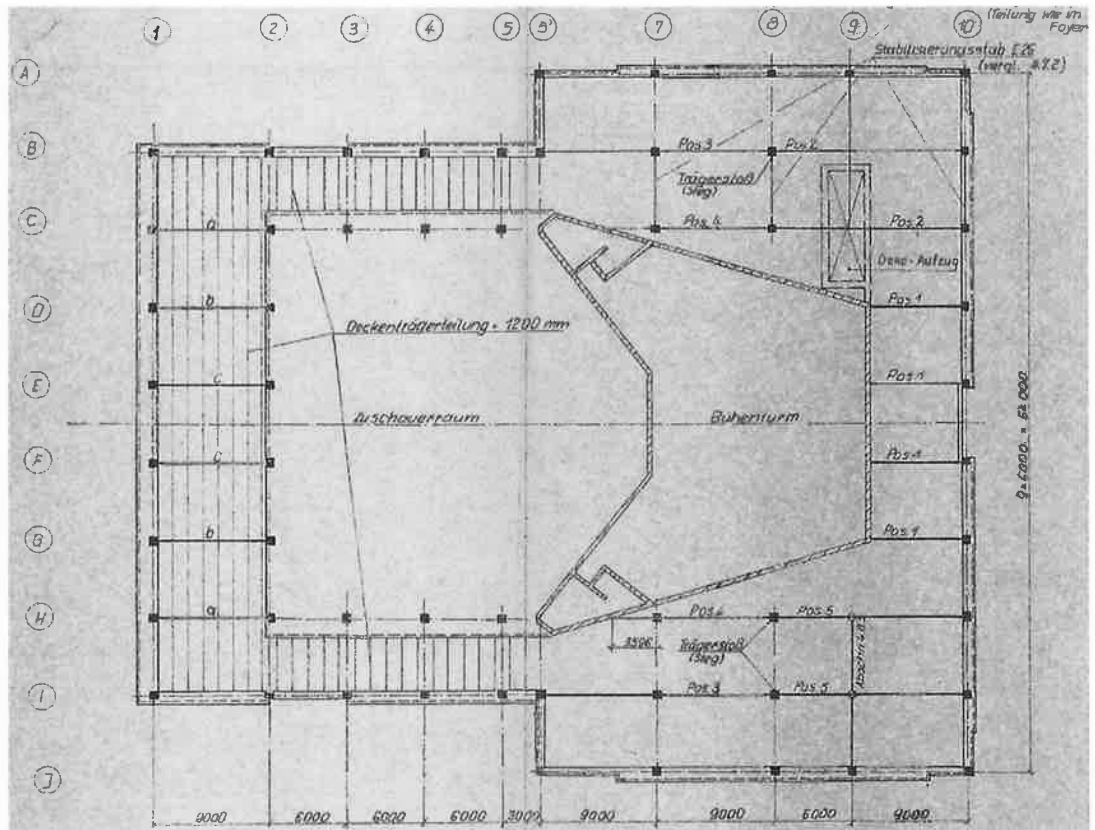
Bauteil	A_{Ny} cm ²	A_{Nt} cm ²	$V_{eff,2,Rd}$ kN	η
Nebenträger	6.9	5.0	165.9	0.21
Winkel	8.2	6.7	207.7	0.08

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

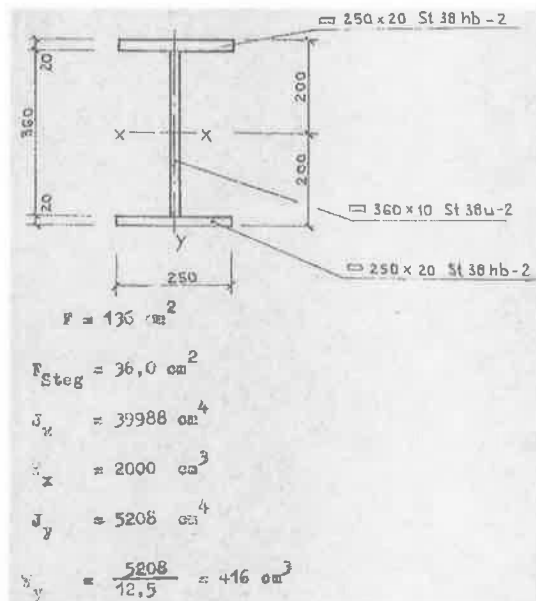
Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h mm	b mm	A cm ²	S _y cm ³	I _y cm ⁴	V _z kN	e _{My} mm	M _y kNm	σ _{Rd} N/mm ²	τ _{Rd} N/mm ²	σ _d N/mm ²	τ _d N/mm ²	σ _{d,v} N/mm ²	η
150	10	15.0	28.1	281.3	17.5	85	-1.49	235.0	135.7	-39.7	17.5	39.7	0.17

2.01 Dachträger Doppel-T-Trägern $b/h=250/400\text{mm}$ $t_F=20\text{mm}$ $t_{St}=10\text{mm}$

Die stählerne Dachkonstruktion über dem 2. Obergeschoss (Ebene 3) ist in der Bestandsstatik von 1973 bemessen worden. Im Wesentlichen liegen die Dachträger im Abstand der Systemachsen. In Achsen 9/I und 9/H sind zwei Stahlrohrstützen angeordnet.



Die vollständige Bemessung der Dachträger ist in der Bestandsstatik von 1973 auf den Seiten B 217 b B 262 geführt. Hier wird verkürzt die Ausnutzung der Dachträger angegeben.
 Die Dachträger liegen im Achsabstand von 6m. Sie sind teilweise als Einfeldbalken aber auch als Zweifeld-Durchlaufträger konstruiert. Die Stützweiten betragen 6 bzw. 9m.



Doppel-T-Trägern $b/h=250/400\text{mm}$ $t_F=20\text{mm}$ $t_{St}=10\text{mm}$ aus dem Material St 38hb-2 und St 38 u-2 (siehe Bestandsstatik Seite B 224).

Lastzusammenstellung Dachflächenlasten gemäß Bestandsstatik (Seite B 219)

Trägereigenlast $g_1 =$	0,49 kN/m ²
Dachaufbau $g_2 =$	1,51 kN/m ²
Trapezblech $g_3 =$	0,25 kN/m ²
Unterdecke $g_4 =$	0,50 kN/m ²

Dachflächenlasten gemäß Bestandsstatik 1973 für Dach über Ebene 3 (Seite B 219 bis B 221):

$$\text{Eigenlast } g_{Da} = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 = 2,75 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:

$$\text{Schneelast für Schneegebiet } s_{0,II} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

Schneeanhäufung am Zuschauerraum in einem Keil von 9m Länge nach TGL 20167, Blatt 1, Abs. 5:

$$\text{Schneelast für nächst niedrigeres Schneegebiet I } s_{0,I} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Wert der Schneeanhäufung (c gemittelt) } s_A = s_{0,I} * 2,3 = 1,15 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Lastsummation } q = g_{Da} + s_A = 3,90 \text{ kN/m}^2$$

Max. Endauflagerkraft Dachträger (gemäß Bestandsstatik 1973 Seite B 224):

$$A_{\text{max}} = 105,30 \text{ kN}$$

Max. Mittelauflegerkraft Dachträger (gemäß Bestandsstatik 1973 Seite B 242):

$$B_{\text{max}} = 263,30 \text{ kN}$$

Max. Feldmoment Dachträger (gemäß Bestandsstatik 1973 Seite B 224):

$$M_{F,\text{max}} = 236,92 \text{ kNm}$$

Max. Mittelauflegerkraft Dachträger (gemäß Bestandsstatik 1973 Seite B 242):

$$M_{B,\text{max}} = 236,92 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}\text{Widerstandsmoment } W_{el} &= 2000 \text{ cm}^3 \\ \text{Trägheitsmoment } I &= 39988 \text{ cm}^4 \\ \text{E-Modul Stahl } E &= 21000 \text{ kN/cm}^2\end{aligned}$$

Biegespannung:

$$\begin{aligned}\text{zulässige Stahlbiegespannung } \sigma_{\text{zul}} &= 16 \text{ kN/cm}^2 \\ \sigma &= 10^2 \cdot \text{MAX}(M_{F,\text{max}}, M_{B,\text{max}}) / W_{el} = 11,846 \text{ kN/cm}^2 \\ \sigma / \sigma_{\text{zul}} &= \underline{\underline{0,74 < 1}}\end{aligned}$$

Durchbiegung näherungsweise am Einfeldträger für Gesamtlast von $2x A_{\text{max}}$:
Stützweite $L = 9,00 \text{ m}$

$$\text{zulässige Durchbiegung } z_{\text{ulf}} = \frac{10^2 \cdot L}{300} = 3,000 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5}{384} \cdot (2 \cdot A_{\text{max}}) \cdot \frac{(10^2 \cdot L)^3}{E \cdot I} = 2,381 \text{ cm}$$

$$\frac{f}{z_{\text{ulf}}} = \underline{\underline{0,79 < 1}}$$

2.01.1 Dachträger Achse E/9-10

Doppel-T-Trägern $b/h=250/400\text{mm}$ $t_F=20\text{mm}$ $t_{St}=10\text{mm}$
aus dem Material St 38hb-2 und St 38 u-2 (siehe Bestandsstatik Seite B 245).

Geometrie, Querschnittswerte siehe Pos. 2.02

1 statisches System: siehe 3

2 Belastung:

Lastzusammenstellung Dachflächenlasten gemäß Bestandsstatik (Seite B 219)

Trägereigenlast $g_1 =$	0,49 kN/m ²
Dachaufbau $g_2 =$	1,51 kN/m ²
Trapezblech $g_3 =$	0,25 kN/m ²
Unterdecke $g_4 =$	0,50 kN/m ²

Dachflächenlasten gemäß Bestandsstatik 1973 für Dach über Ebene 3 (Seite B 219 bis B 221):

$$\text{Eigenlast } g_{Da} = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 = 2,75 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:

$$\text{Schneelast für Schneegebiet } s_{0,II} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

Schneeanhäufung am Zuschauerraum in einem Keil von 9m Länge nach TGL 20167, Blatt 1, Abs. 5:

$$\text{Schneelast für nächst niedrigeres Schneegebiet I } s_{0,I} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Wert der Schneeanhäufung (c gemittelt) } s_A = s_{0,I} * 2,3 = 1,15 \text{ kN/m}^2$$

Im Zuge der Sanierung ist geplant ein Lüftungsgerät neben dem Oberlicht einzubauen. Dieses lastet über eine Stahlrahmenkonstruktion auf den Trägern Pos. E3-D2.3.2 sowie dem Dachträger 2.01.1 ab.

- Einzellasten aus neuen Hauptträgern für Oberlicht/ Lüftungsgerät, Pos. D2.3.2, Aufl. 1

zum Nachweis wird in ungünstiger Weise die gesamte Eigenlast aus dem Lüftungsgerät auf den Träger angesetzt

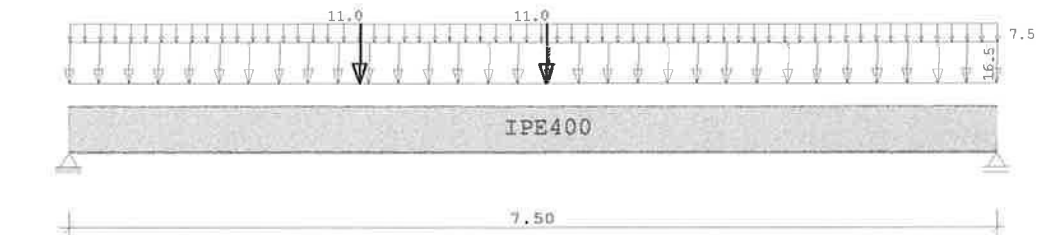
je Trägeranschluss E3.D2.3.2

$$G_{Lü} = 15/2 = 7,50 \text{ kN}$$

Zuschlag für neue Stahlkonstruktion (Rahmen für Lüftungsgerät, Träger zur Aufnahme Oberlicht)

$$G_1 = 3,50 \text{ kN}$$

3 Schnittgrößen:



Stahlträger S 235 DIN 18800:1981-03
E-Modul E = 210000 N/mm²

System	Länge	Querschnittswerte			
Feld	L (m)		QNr.	I (cm ⁴)	W _o (cm ³) W _u (cm ³)
1	7.500	konstant	1	23130.0	1160.0 1160.0 IPE400

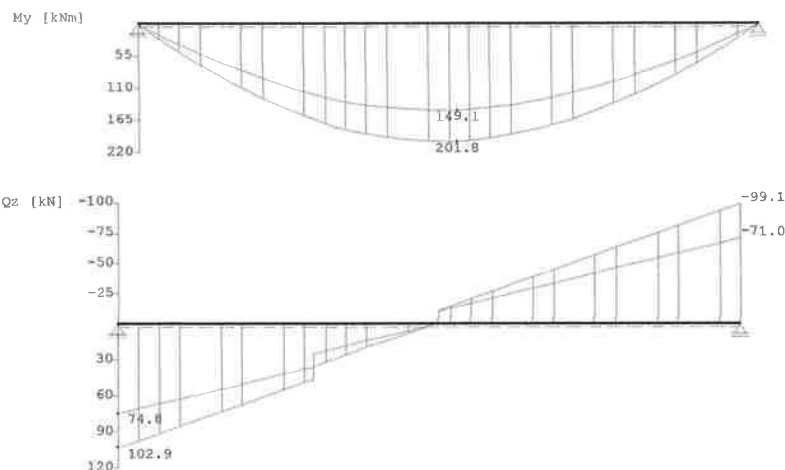
Trägerbezogene Lasten (kN,m)							
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Typ EG Gr	VK	g _l /r	p _l /r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1		2.750	1.250	6.000		g,s_Dach	
2	0.000	11.000	0.000	1.000	2.350	Lüftungs	
2	0.000	11.000	0.000	1.000	3.850	Lüftungs	

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

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)	
Feld		M _f	M _{li}	M _{re}	Q _{li}	Q _{re}	komb
1	x0 = 3.829	201.83	0.00	0.00	102.91	-99.09	2

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)		
Stütze	M li	M re	Q li	+ Q re	= max V	min V	komb	
1	0.00	0.00	0.00	102.91	102.91	74.78	2	
2	0.00	0.00	-99.09	0.00	99.09	70.97	2	

Auflagerkräfte						(kN)	
Stütze		aus g	max p	min p	Vollast	max	min
1		74.78	28.13	0.00	102.91	102.91	74.78
2		70.97	28.12	0.00	99.09	99.09	70.97
Summe:		145.75	56.25	0.00	202.00	202.00	145.75



Beanspruchungen:

max.M_{2.01.1}=

201,83 kNm

max.V_{2.01.1}=

102,90 kNm

4 Nachweise

Die Nachweise für die Bestandsdeckenträger (Binder Pos. 1, Achsen D,E,F,G) wurden in der Bestandsstatik S. B237 durch Vergleich der ermittelten Schnittgrößen mit den Dachträgern in Achsen C-H/1-2 (Binder a,b,c) geführt. Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise der Dachträger sind in der Bestandsstatik ab S. B224 enthalten.

Die rechn. ermittelten Schnittgrößen der Dachträger Pos. 2.01.1 sind geringer als die in. o.g. Nachweis angesetzten der Binder in Achsen C-H/1-2.

Schnittgrößen Binder Achsen C-H/1-2

M_k=

236,90 kNm

V_k= 210,6/2

= 105,30 kN

Nachweis durch Schnittgrößenvergleich

max.M_{2.01.1}/ M_k

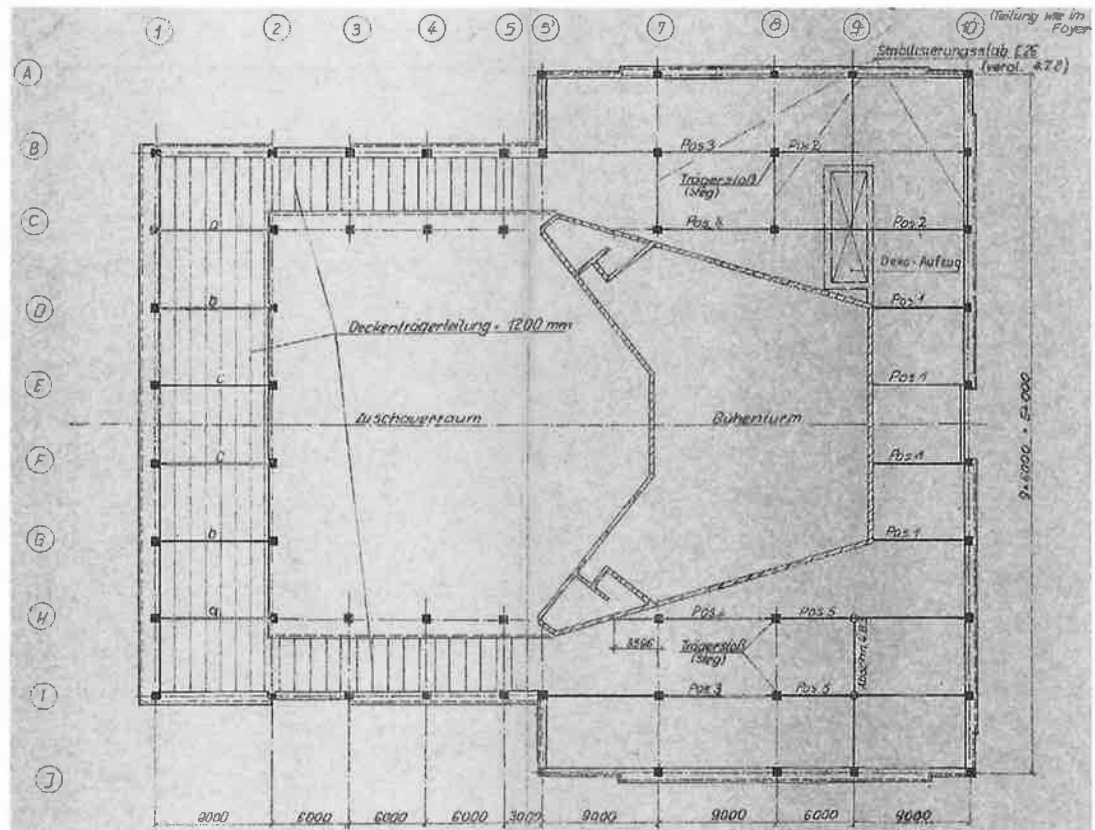
= 0,85 < 1,0

max.V_{2.01.1}/ V_k

= 0,98 < 1,0

2.02 Stahlrohrprofilstütze $\varnothing 159 \times 6,0 \text{ mm}$

Die stählerne Dachkonstruktion über dem 2. Obergeschoss (Ebene 3) ist in der Bestandsstatik von 1973 bemessen worden. Im Wesentlichen liegen die Dachträger im Abstand der Systemachsen. In Achsen 9/I und 9/H sind zwei Stahlrohrstützen angeordnet.



Die vollständige Bemessung der Stützen ist in der Bestandsstatik von 1973 auf den Seiten B 262 gefü
Hier wird verkürzt die Ausnutzung der Stütze angegeben.

Stahlrohrprofilstütze $\varnothing 159 \times 6,0 \text{ mm}$ aus dem Material St 35hb (siehe Bestandsstatik Seite B 262) als
Pedelstütze.

Auflagerkraft Mittelstütze für UZ-Träger in Achse 9/I (gemäß Bestandsstatik 1973 Seite B 244):
 $B_{\max} = 226,70 \text{ kN}$

Eigenlast der Stahlstütze aus Rohr $\varnothing 159 \times 6,0 \text{ mm}$ einschl. Kopf- und Fußplatten:
geschätzte Stützeigenlast $G_{\text{St}} = 3,30 \text{ kN}$

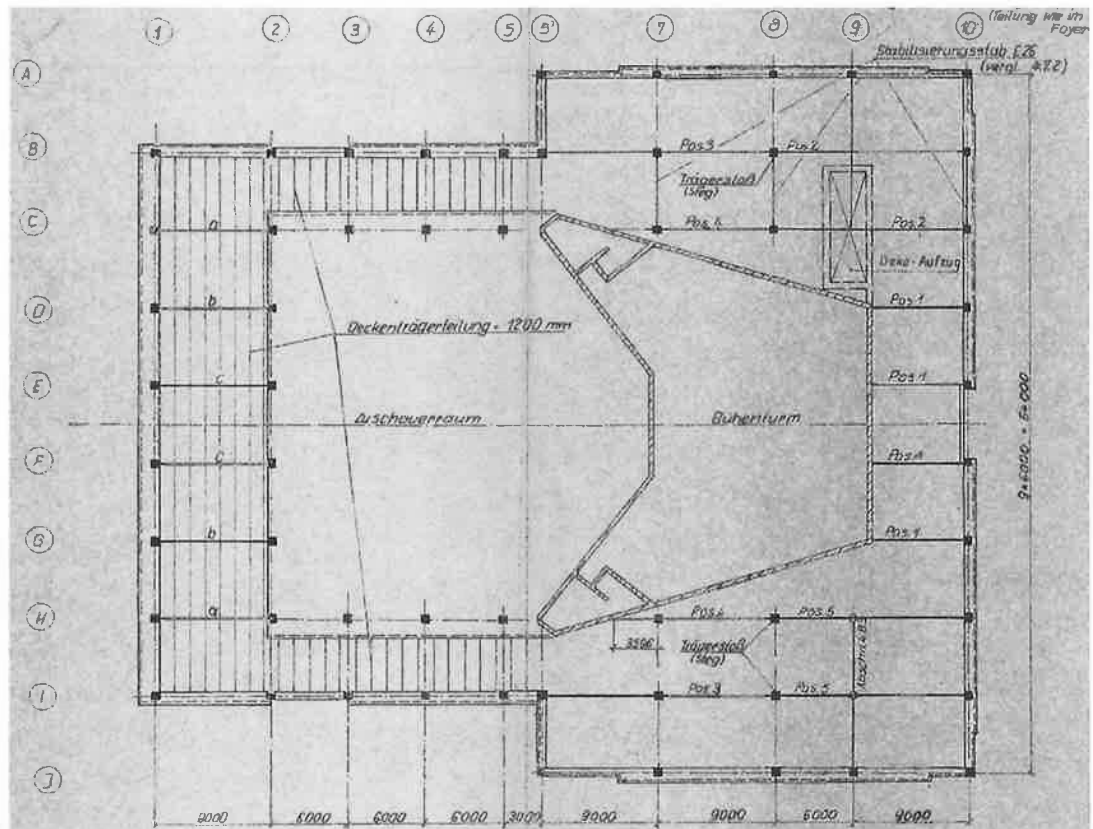
Maßgebende Gesamtstützenlast in Achse 9/I
Normalkraft $N = B_{\max} + G_{\text{St}} = 230,00 \text{ kN}$

Knicklänge $L_{\text{Knick}} = 3,60 \text{ m}$
Trägheitsradius $i_{\min} = 5,41 \text{ cm}$
Querschnittsfläche $A = 28,8 \text{ cm}^2$
E-Modul Stahl $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$
 $\lambda = 10^2 \cdot L_{\text{Knick}} / i_{\min} = 66,543$
 $\Rightarrow$ Knickzahl $\omega = 1,25$

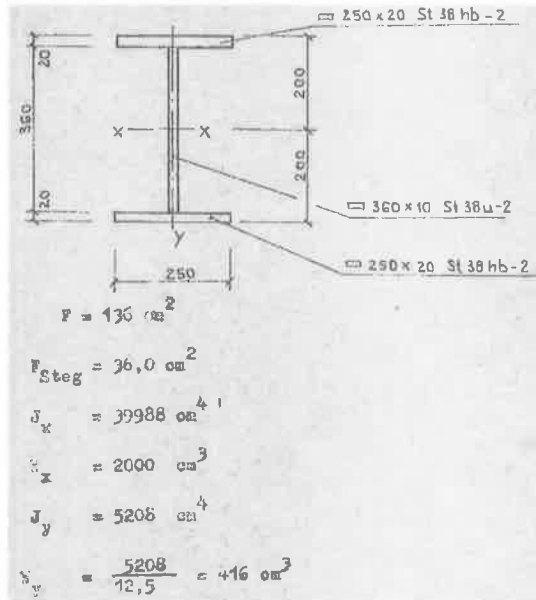
Knickspannung:
zulässige Stahlknickspannung $\text{zul}\sigma_{\text{knick}} = 14 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{\text{knick}} = \omega \cdot N / A = 9,98 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{\text{knick}} / \text{zul}\sigma_{\text{knick}} = \underline{\underline{0,71 < 1}}$

2.03 Dachträger Doppel-T-Trägern $b/h=250/400\text{mm}$ $t_F=20\text{mm}$ $t_{St}=10\text{mm}$

Die stählerne Dachkonstruktion über dem 2. Obergeschoss (Ebene 3) ist in der Bestandsstatik von 1973 bemessen worden. Im Wesentlichen liegen die Dachträger im Abstand der Systemachsen. In Achsen 9/I und 9/H sind zwei Stahlrohrstützen angeordnet.



Die vollständige Bemessung der Dachträger für die Pos. 3 und 4 aus dem Übersichtsplan der Vorseite sind in der Bestandsstatik von 1973 auf den Seiten B 242 bis B 252 geführt.
 Die Dachträger liegen im Achsabstand von 6m. Sie sind teilweise als Zweifeld-Durchlaufträger konstruiert. Die Stützweiten betragen für Pos. 3: 9m und 9m für Pos. 4: 3,6m und 9m.



Doppel-T-Trägern $b/h=250/400\text{mm}$ $t_F=20\text{mm}$ $t_{St}=10\text{mm}$ aus dem Material St 38hb-2 und St 38 u-2 (siehe Bestandsstatik Seite B 245).

Lastzusammenstellung Dachflächenlasten gemäß Bestandsstatik (Seite B 219)

Trägereigenlast $g_1 =$	0,49 kN/m ²
Dachaufbau $g_2 =$	1,51 kN/m ²
Trapezblech $g_3 =$	0,25 kN/m ²
Unterdecke $g_4 =$	0,50 kN/m ²

Dachflächenlasten gemäß Bestandsstatik 1973 für Dach über Ebene 3 (Seite B 219 bis B 221):

$$\text{Eigenlast } g_{Da} = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 = 2,75 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:

$$\text{Schneelast für Schneegebiet } s_{0,II} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

Schneeanhäufung am Zuschauerraum in einem Keil von 9m Länge nach TGL 20167, Blatt 1, Abs. 5:

$$\text{Schneelast für nächst niedrigeres Schneegebiet I } s_{0,I} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Wert der Schneeanhäufung (c gemittelt) } s_A = s_{0,I} * 2,3 = 1,15 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Lastsummation } q = g_{Da} + s_A = 3,90 \text{ kN/m}^2$$

Bemessung des Bestandsträgers in der Bestandssituation ohne Lasterhöhung siehe Pos. 2.01!

Für einen geplanten neuen Verbindungssteg Pos. 1.05 als von den Dachträgern abgehängte Konstruktion wird im Folgenden eine statische Nachrechnung durchzuführen.

2.03.1 Dachträger I 400

Der bestehende Dachträger wird durch drei neue Querträger Pos. 1.05.9 zusätzlich beansprucht. Er ist als Durchlaufträger über drei Stahlbetonstützen (50/50cm) ausgeführt. Die Trägerlänge beträgt etwa $3,6+9,0=12,6\text{m}$.

Lastzusammenstellung:

- Eigenlasten aus Dach:

Dachaufbau (Trägeranfang) bis B3,0m:	$2,75 \cdot 3,00$	=	8,25 kN/m
Dachaufbau (Trägerende) bis B4,75m:	$2,75 \cdot 4,75$	=	13,06 kN/m

- Eigenlasten aus Abhängung neben Achse 7:

Randträgerauflager Pos. 1.09.3:	12,20 kN
Sonstiges:	0,00 kN

$$G_k = 12,20 \text{ kN}$$

- Eigenlasten aus Abhängung neben Achse 8:

Randträgerauflager Pos. 1.09.1:	5,10 kN
Randträgerauflager Pos. 1.09.2:	3,00 kN
Sonstiges:	0,00 kN

$$G_k = 8,10 \text{ kN}$$

- Schneelasten auf Dach:

Schneeanhäufung (Trägeranfang) bis B3,0m:	$1,15 \cdot 3,00$	=	3,45 kN/m
Schneeanhäufung (Trägerende) bis B4,75m:	$1,15 \cdot 4,75$	=	5,46 kN/m

- Nutzlasten aus Abhängung neben Achse 7:

Randträgerauflager Pos. 1.09.3:	27,40 kN
Sonstiges:	0,00 kN

$$Q_k = 27,40 \text{ kN}$$

- Nutzlasten aus Abhängung neben Achse 8:

Randträgerauflager Pos. 1.09.1:	11,50 kN
Randträgerauflager Pos. 1.09.2:	4,30 kN
Sonstiges:	0,00 kN

$$Q_k = 15,80 \text{ kN}$$

Bestand: **I400 L= 12600mm**
St 37

Position: Steg_DachT2.03.1_Stabi

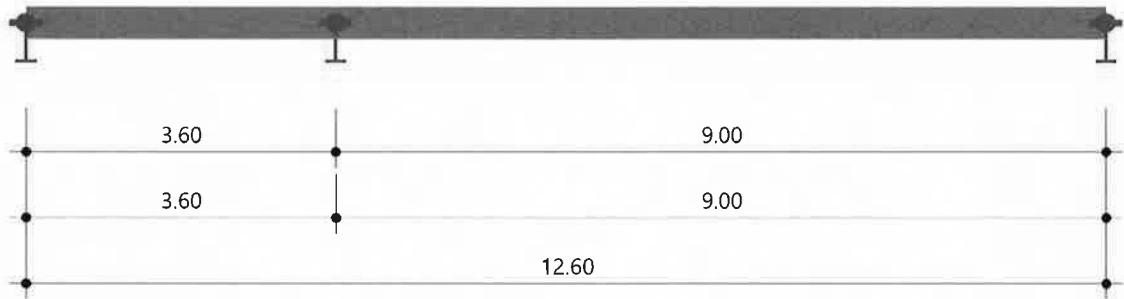
Biegetorsionstheorie (x64) BTII+ 02/2024 (FRILO R-2024-2/P03)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Systemtragfähigkeit	:	Theorie II. Ordnung
Schubspannungen infolge primärer Torsion	:	berücksichtigt
Schubspannungen infolge sekundärer Torsion	:	berücksichtigt
Nachweis Absolutverformung in y mit δ_{lim}	=	1.5 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit δ_{lim}	=	2.5 cm

System

Maßstab 1 : 76.7



Stabzug

Gesamtlänge = 12.60 m
Material S235

Querschnitte

Statische Werte

Nr	Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	I_t [cm ⁴]	I_w [cm ⁶]	maxw [cm ²]	A [cm ²]
1	Doppel-T400	40065.4	5211.4	143.1	1880208	237.5	136.1

Abmessungen

Querschnitt Nr. 1 - Doppel-T400

Profil	h = 400 mm	
Steg (lichte Höhe)	h ₁ = 352 mm	s = 10 mm
Obergurt	b _o = 250 mm	t _o = 20 mm
Untergurt	b _u = 250 mm	t _u = 20 mm
Schweißnahtdicke	r _o = 4 mm	
Schweißnahtdicke	r _u = 4 mm	
Schwerpunkt zu Profilmitte	z _s = 0 mm	Schwerpunkt zu Stegmitte z _s = 0 mm
Schwerpunkt zu Schubmittelpunkt	z _m = 0 mm	

Spannungspunkte

Nr Name	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung ω [cm ²]
		y _o [mm]	z _o [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]	y _m [mm]	z _m [mm]	
1 Doppel-T400	1	-125	-200	-125	-200	-125	-200	-237.5
	2	0	-200	0	-200	0	-200	0.0
	3	125	-200	125	-200	125	-200	237.5
	4	-125	200	-125	200	-125	200	237.5
	5	0	200	0	200	0	200	0.0
	6	125	200	125	200	125	200	-237.5
	7	-5	-180	-5	-180	-5	-180	0.0
	8	-5	180	-5	180	-5	180	0.0
	9	-5	0	-5	0	-5	0	0.0
	17	5	-180	5	-180	5	-180	0.0

Nr Name	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung ω [cm ²]
		y ₀ [mm]	z ₀ [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]	y _m [mm]	z _m [mm]	
	18	5	180	5	180	5	180	0.0
	19	5	0	5	0	5	0	0.0

System: 2 Abschnitte, Gesamtlänge = 12.60 m

Nr	von x [m]	bis x [m]	Länge [m]	Querschnitt [Nr. Anfang]	Querschnitt [Nr. Ende]
1	0.00	3.60	3.60	1	1
2	3.60	12.60	9.00	1	1

Auflager

Lagerbedingungen - Verschiebung

Nr	x [m]	Verschiebungen ^{*)}		Abstände	
		v [kN/m]	w [kN/m]	y [mm]	z [mm]
1	0.00	-1	-1	0	0
2	3.60	-1	-1	0	0
3	12.60	-1	-1	0	0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lagerbedingungen - Verdrehungen

Nr	x [m]	Verdrehungen ^{*)}			Verwölbung ^{*)} $\Omega_{y,z}$ [kNm ³]
		Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	
1	0.00	-1	0.0	0.0	0.00
2	3.60	-1	0.0	0.0	0.00
3	12.60	-1	0.0	0.0	0.00

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Belastung

Lastdefinitionen

Art 1 =	Gleichlast	kN/m	5 =	Dreieckslast über l	kN/m
2 =	Einzellast	kN	6 =	Trapezlast über l	kN/m
3 =	Einzelmoment	kNm	7 =	Bereichstorsionsmoment	kNm/m
4 =	Trapezlast	kN/m	8 =	Normalkraftverlauf	kN/m

Lastfall 1: ständige Lasten

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
6	z	8.25	0.00	13.06	12.60	0	-200	Dacheigenlast
2	z	12.2	5.35				0	Galerieeigenlast aus QT
2	z	8.1	10.85				0	Galerieeigenlast aus QT

Einwirkungsgruppe 99 - ständig

Lastfall 2: Schneelasten

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
6	z	3.45	0.00	5.46	12.60	0	-200	Schneelast

Einwirkungsgruppe 10 - Schnee H < 1000 m

Lastfall 3: Nutzlast

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2	z	27.4	5.35				0	Galerienutzlast aus QT
2	z	15.8	10.85				0	Galerienutzlast aus QT

Einwirkungsgruppe 3 - Kat. C: Versammlungsbereiche

Berechnung nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Überlagerung 1: 1.35*G + 1.5*Q

Überlagerungsfaktoren

Nr	Lastfall	γ
1	ständige Lasten	1.35
2	Schneelasten	1.50
3	Nutzlast	1.50

Bemessungswerte der Schnittgrößen für die maßgebende Laststellung nach Theorie II. Ordnung

x [m]	N _{x,Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{tp} [kNm]	M _{ts} [kNm]	M _{t,Ed} [kNm]	M _{ω,Ed} [kNm ²]
0.00	0.0	-36.2	0.00	0.7	0.00	0.00	-0.20	-0.20	0.0
0.12	0.0	-38.2	-4.62	0.7	0.09	0.00	-0.14	-0.14	-251.0
1.24	0.0	-57.0	-57.76	0.7	0.89	0.04	0.25	0.29	-1706.0
1.86	0.0	-67.9	-96.52	0.6	1.30	0.06	0.30	0.36	-740.4
2.11	0.0	-72.3	-113.92	0.6	1.46	0.07	0.27	0.34	331.9
2.36	0.0	-76.8	-132.43	0.6	1.61	0.06	0.22	0.27	1940.7
2.86	0.0	-85.9	-172.80	0.7	1.91	-0.01	0.03	0.03	7250.0
3.48	0.0	-97.5	-229.68	1.2	2.44	-0.24	-0.33	-0.56	19377.6
3.60	0.0	-99.8	-241.93	0.9	2.61	-0.31	-0.41	-0.73	22803.3
	0.0	175.8	-241.93	0.9	2.61	-0.31	-4.53	-4.84	22803.3
4.23	0.0	163.8	-135.79	0.1	2.83	-0.66	-2.82	-3.48	15271.7
5.23	0.0	143.9	18.10	-2.0	1.94	-0.94	-0.87	-1.81	4003.7
5.35	0.0	141.4	35.93	-1.9	1.67	-0.95	-0.69	-1.65	2718.7
	0.0	83.8	35.93	-1.9	1.67	-0.95	-0.69	-1.65	2718.7
5.48	0.0	81.2	46.24	-1.8	1.46	-0.96	-0.59	-1.55	1468.9
6.73	0.0	55.1	131.57	-2.6	-1.46	-0.81	-0.06	-0.87	-9072.2
8.60	0.0	13.7	196.44	-0.8	-5.18	-0.04	-0.43	-0.47	-17320.2
8.73	0.0	10.8	197.96	-0.6	-5.26	0.02	-0.48	-0.45	-17491.4
8.85	0.0	7.9	199.14	-0.4	-5.33	0.09	-0.52	-0.44	-17611.6
9.10	0.0	2.2	200.40	0.1	-5.36	0.22	-0.62	-0.40	-17697.5
9.23	0.0	-0.7	200.49	0.3	-5.34	0.28	-0.67	-0.38	-17662.9
10.85	0.0	-39.6	168.02	2.5	-3.02	1.04	-0.97	0.06	-12626.5
	0.0	-74.2	168.02	2.5	-3.02	1.04	-0.97	0.06	-12626.5
10.98	0.0	-77.3	158.56	2.9	-2.66	1.08	-0.92	0.16	-11908.0
12.48	0.0	-115.0	14.58	0.1	0.01	1.38	0.60	1.97	-1005.3
12.60	0.0	-118.2	0.00	-0.1	0.00	1.38	0.80	2.18	0.0

Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.2 - Theorie II. Ordnung $\gamma_{M0} = 1.10$

x [m]	Q _{kl}	η _N	η _{Vz}	η _{My}	η _{Vy}	η _{Mz}	η _{MyMz}	η _{Mx}	η _{Mw}	η
0.00	1	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
0.12	1	0.00	0.09	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.09
1.24	1	0.00	0.13	0.12	0.00	0.01	0.13	0.01	0.01	0.14
1.86	1	0.00	0.15	0.20	0.00	0.01	0.21	0.01	0.00	0.22
2.11	1	0.00	0.16	0.24	0.00	0.01	0.25	0.01	0.00	0.25
2.36	1	0.00	0.17	0.28	0.00	0.01	0.29	0.01	0.01	0.30
2.86	1	0.00	0.19	0.36	0.00	0.01	0.38	0.00	0.04	0.42
3.48	1	0.00	0.22	0.48	0.00	0.02	0.50	0.03	0.11	0.62
3.60	1	0.00	0.22	0.51	0.00	0.02	0.53	0.04	0.13	0.66
3.60	1	0.00	0.40	0.51	0.00	0.02	0.53	0.06	0.13	0.66
4.23	1	0.00	0.37	0.29	0.00	0.02	0.31	0.09	0.09	0.46
5.23	1	0.00	0.32	0.04	0.00	0.01	0.05	0.11	0.02	0.44
5.35	1	0.00	0.32	0.08	0.00	0.01	0.09	0.11	0.02	0.43
5.35	1	0.00	0.19	0.08	0.00	0.01	0.09	0.11	0.02	0.30
5.48	1	0.00	0.18	0.10	0.00	0.01	0.11	0.11	0.01	0.30
6.73	1	0.00	0.12	0.28	0.00	0.01	0.29	0.09	0.05	0.34
8.60	1	0.00	0.03	0.41	0.00	0.04	0.45	0.01	0.10	0.55
8.73	1	0.00	0.02	0.42	0.00	0.04	0.46	0.01	0.10	0.56
8.85	1	0.00	0.02	0.42	0.00	0.04	0.46	0.01	0.10	0.56
9.10	1	0.00	0.00	0.42	0.00	0.04	0.46	0.03	0.10	0.57
9.23	1	0.00	0.00	0.42	0.00	0.04	0.46	0.04	0.10	0.57
10.85	1	0.00	0.09	0.35	0.00	0.02	0.38	0.12	0.07	0.45
10.85	1	0.00	0.17	0.35	0.00	0.02	0.38	0.12	0.07	0.45
10.98	1	0.00	0.17	0.33	0.00	0.02	0.35	0.13	0.07	0.42
12.48	1	0.00	0.26	0.03	0.00	0.00	0.03	0.16	0.01	0.42
12.60	1	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.43

Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse

Auslastung - Tragsicherheit

Nr	Lastkombination	Querschnitt	Stabilität-Ersatzstabverfahren
1	1.35*G + 1.5*Q	0.66	-
Bei der Berechnung nach Theorie II. Ordnung unter Berücksichtigung aller maßgebenden Imperfektionen, genügt der Querschnittsnachweis auf Spannungsebene mit $\eta_{M1} = 1,1$. Es sind keine weiteren Stabilitätsnachweise nötig (siehe DIN EN 1993-1-1, 5.2.2(7)a).			

2.03.2 Dachträger I 400

Der bestehende Dachträger wird durch zwei neue Querträger Pos. 1.05.9 zusätzlich beansprucht. Er ist als Durchlaufträger über drei Stahlbetonstützen (50/50cm) ausgeführt. Die Trägerlänge beträgt etwa 9,0+9,0=18m.

Lastzusammenstellung:

- Eigenlasten aus Dach:

Dachaufbau B6,0m:	2,75*6,0	=	16,50 kN/m
Sonstiges:			0,00 kN/m
g_k	16,50 kN/m		

- Eigenlasten aus Abhängung neben Achse 7:

Randträgerauflager Pos. 1.09.3:			3,20 kN
Sonstiges:			0,00 kN
G_k	3,20 kN		

- Eigenlasten aus Abhängung neben Achse 8:

Randträgerauflager Pos. 1.09.2:			1,80 kN
Sonstiges:			0,00 kN
G_k	1,80 kN		

- Schneelasten auf Dach:

Schneeanhäufung B6,0m:	1,15*6,0	=	6,90 kN/m
Sonstiges:			0,00 kN/m
s_k	6,90 kN/m		

- Nutzlasten aus Abhängung neben Achse 7:

Randträgerauflager Pos. 1.09.3:			5,10 kN
Sonstiges:			0,00 kN
Q_k	5,10 kN		

- Nutzlasten aus Abhängung neben Achse 8:

Randträgerauflager Pos. 1.09.2:			2,20 kN
Sonstiges:			0,00 kN
Q_k	2,20 kN		

Bestand: **I400 L= 12600mm**
St 37

Position: Steg_DachT2.03.2_Stabi

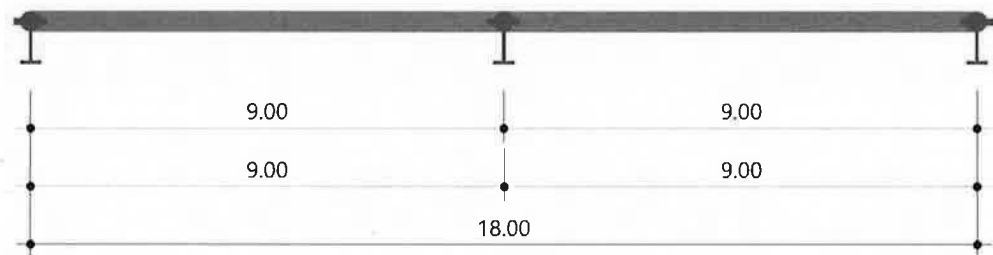
Biegetorsionstheorie (x64) BTII+ 02/2024 (FRILO R-2024-2/P03)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Systemtragfähigkeit	:	Theorie II. Ordnung
Schubspannungen infolge primärer Torsion	:	berücksichtigt
Schubspannungen infolge sekundärer Torsion	:	berücksichtigt
Nachweis Absolutverformung in y mit	$\delta_{lim} =$	1.5 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit	$\delta_{lim} =$	2.5 cm

System

Maßstab 1 : 125



Stabzug

Gesamtlänge = 18.00 m
Material S235

Querschnitte

Statische Werte

Nr	Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	I_t [cm ⁴]	I_w [cm ⁶]	max _w [cm ²]	A [cm ²]
1	Doppel-T400	40065.4	5211.4	143.1	1880208	237.5	136.1

Abmessungen

Querschnitt Nr. 1 - Doppel-T400

Profil	h = 400 mm	
Steg (lichte Höhe)	h ₁ = 352 mm	s = 10 mm
Obergurt	b _o = 250 mm	t _o = 20 mm
Untergurt	b _u = 250 mm	t _u = 20 mm
Schweißnahtdicke	r _o = 4 mm	
Schweißnahtdicke	r _u = 4 mm	
Schwerpunkt zu Profilmitte	z _s = 0 mm	Schwerpunkt zu Stegmitte z _s = 0 mm
Schwerpunkt zu Schubmittelpunkt	z _m = 0 mm	

Spannungspunkte

Nr Name	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung ω [cm ²]
		y _o [mm]	z _o [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]	y _m [mm]	z _m [mm]	
1 Doppel-T400	1	-125	-200	-125	-200	-125	-200	-237.5
	2	0	-200	0	-200	0	-200	0.0
	3	125	-200	125	-200	125	-200	237.5
	4	-125	200	-125	200	-125	200	237.5
	5	0	200	0	200	0	200	0.0
	6	125	200	125	200	125	200	-237.5
	7	-5	-180	-5	-180	-5	-180	0.0
	8	-5	180	-5	180	-5	180	0.0
	9	-5	0	-5	0	-5	0	0.0
	17	5	-180	5	-180	5	-180	0.0
	18	5	180	5	180	5	180	0.0
	19	5	0	5	0	5	0	0.0

Nr	von x [m]	bis x [m]	Länge [m]	Querschnitt [Nr. Anfang]	Querschnitt [Nr. Ende]
1	0.00	9.00	9.00	1	1
2	9.00	18.00	9.00	1	1

Nr	x [m]	Verschiebungen ^{*)}		Abstände	
		v [kN/m]	w [kN/m]	y [mm]	z [mm]
1	0.00	-1	-1	0	0
2	9.00	-1	-1	0	0
3	18.00	-1	-1	0	0

Nr	x [m]	Verdrehungen ^{*)}			Verwölbung ^{*)} $\Omega_{y,z}$ [kNm ³]
		Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	
1	0.00	-1	0.0	0.0	0.00
2	9.00	-1	0.0	0.0	0.00
3	18.00	-1	0.0	0.0	0.00

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	z	16.50				0	-200	Dacheigenlast
2	z	3.2	10.75				0	Stegeigenlast aus QT
2	z	1.8	16.25				0	Stegeigenlast aus QT

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	z	6.90				0	-200	

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2	z	5.1	10.75				0	Stegnutzlast aus QT
2	z	2.2	16.25				0	Steglast aus QT

Einwirkungsgruppe 3 - Kat. C: Versammlungsbereiche

Berechnung nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Überlagerung 1: 1.35*G + 1.5*Q

Überlagerungsfaktoren

Nr	Lastfall	γ
1	ständige Lasten	1.35
2	Schneelasten	1.50
3	Nutzlast	1.50

Bemessungswerte der Schnittgrößen für die maßgebende Laststellung nach Theorie II. Ordnung

x [m]	N _{x,Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{tp} [kNm]	M _{ts} [kNm]	M _{t,Ed} [kNm]	M _{ω,Ed} [kNm ²]
0.00	0.0	109.0	0.00	0.3	0.00	1.64	0.84	2.49	0.0
1.62	0.0	56.1	133.76	3.1	3.25	1.33	-0.69	0.65	12592.0
3.42	0.0	-2.6	181.97	0.7	7.35	0.44	-0.57	-0.13	19660.2
3.60	0.0	-8.5	180.97	0.3	7.44	0.34	-0.50	-0.17	19774.3
3.78	0.0	-14.3	178.92	-0.1	7.45	0.23	-0.44	-0.21	19773.8
3.96	0.0	-20.2	175.81	-0.6	7.39	0.13	-0.38	-0.25	19660.1
4.14	0.0	-26.1	171.65	-1.0	7.25	0.02	-0.32	-0.30	19435.4
5.94	0.0	-84.8	71.87	-3.4	2.70	-0.84	-0.18	-1.03	12270.6
6.12	0.0	-90.7	56.07	-3.3	2.09	-0.91	-0.25	-1.16	11235.5
7.92	0.0	-149.4	-159.98	0.01	-1.67	-1.23	-2.10	-3.33	1979.7
8.46	0.0	-167.0	-245.41	1.9	-1.18	-1.26	-3.13	-4.39	1051.9
8.82	0.0	-178.8	-307.65	3.4	-0.23	-1.27	-3.95	-5.22	1501.0
9.00	0.0	-184.6	-340.36	3.7	0.45	-1.27	-4.41	-5.68	2287.5
	0.0	195.4	-340.36	3.7	0.45	-1.27	-4.75	-6.03	2287.5
9.18	0.0	189.7	-306.66	3.3	1.09	-1.29	-4.26	-5.55	2478.0
10.05	0.0	161.1	-153.19	-0.2	2.40	-1.33	-2.25	-3.58	-196.8
10.75	0.0	138.3	-48.39	-2.3	1.42	-1.28	-1.12	-2.40	-4393.2
	0.0	126.3	-48.39	-2.3	1.42	-1.28	-1.12	-2.40	-4393.2
11.99	0.0	85.8	83.34	-3.8	-2.66	-0.97	-0.18	-1.15	-12934.7
13.77	0.0	27.9	184.22	-1.4	-8.01	-0.04	-0.31	-0.35	-21233.8
13.94	0.0	22.1	188.66	-0.9	-8.21	0.07	-0.37	-0.31	-21536.2
14.12	0.0	16.3	192.08	-0.4	-8.33	0.18	-0.44	-0.26	-21720.6
14.30	0.0	10.6	194.46	0.03	-8.37	0.29	-0.51	-0.21	-21784.4
14.65	0.0	-1.0	196.16	1.0	-8.19	0.52	-0.64	-0.12	-21544.5
16.25	0.0	-53.1	152.94	3.5	-4.14	1.40	-0.80	0.60	-14727.6
	0.0	-58.8	152.94	3.5	-4.14	1.40	-0.80	0.60	-14727.6
16.43	0.0	-64.6	142.14	3.6	-3.51	1.47	-0.74	0.73	-13492.9
18.00	0.0	-115.9	0.00	0.3	0.00	1.79	0.92	2.72	0.0

Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.2 - Theorie II. Ordnung $\gamma_{M0} = 1.10$

x [m]	Qkl	η _N	η _{Vz}	η _{My}	η _{Vy}	η _{Mz}	η _{MyMz}	η _{Mx}	η _{Mw}	η
0.00	1	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.44
1.62	1	0.00	0.13	0.28	0.00	0.02	0.31	0.16	0.07	0.38
3.42	1	0.00	0.01	0.38	0.00	0.05	0.44	0.05	0.12	0.55
3.60	1	0.00	0.02	0.38	0.00	0.05	0.44	0.04	0.12	0.55
3.78	1	0.00	0.03	0.38	0.00	0.06	0.43	0.03	0.12	0.55
3.96	1	0.00	0.05	0.37	0.00	0.05	0.42	0.02	0.12	0.54
4.14	1	0.00	0.06	0.36	0.00	0.05	0.41	0.00	0.11	0.53
5.94	1	0.00	0.19	0.15	0.00	0.02	0.17	0.10	0.07	0.29
7.92	1	0.00	0.34	0.34	0.00	0.01	0.35	0.15	0.01	0.49
8.46	1	0.00	0.38	0.52	0.00	0.01	0.53	0.16	0.01	0.54
8.82	1	0.00	0.40	0.65	0.00	0.00	0.65	0.17	0.01	0.66
9.00	1	0.00	0.42	0.72	0.00	0.00	0.72	0.17	0.01	0.73
9.00	1	0.00	0.44	0.72	0.00	0.00	0.72	0.17	0.01	0.73
9.18	1	0.00	0.43	0.65	0.00	0.01	0.65	0.17	0.01	0.67
10.05	1	0.00	0.36	0.32	0.00	0.02	0.34	0.16	0.00	0.53
10.75	1	0.00	0.31	0.10	0.00	0.01	0.11	0.15	0.03	0.47
10.75	1	0.00	0.28	0.10	0.00	0.01	0.11	0.15	0.03	0.44
11.99	1	0.00	0.19	0.18	0.00	0.02	0.20	0.11	0.08	0.31
13.77	1	0.00	0.06	0.39	0.00	0.06	0.45	0.01	0.13	0.57
13.94	1	0.00	0.05	0.40	0.00	0.06	0.46	0.01	0.13	0.59
14.12	1	0.00	0.04	0.40	0.00	0.06	0.47	0.02	0.13	0.59
14.30	1	0.00	0.02	0.41	0.00	0.06	0.47	0.04	0.13	0.60
14.65	1	0.00	0.00	0.41	0.00	0.06	0.47	0.06	0.13	0.60
16.25	1	0.00	0.12	0.32	0.00	0.03	0.35	0.16	0.09	0.44
16.25	1	0.00	0.13	0.32	0.00	0.03	0.35	0.16	0.09	0.44

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η_{Mx}	η_{Mw}	η
16.43	1	0.00	0.15	0.30	0.00	0.03	0.33	0.17	0.08	0.40
18.00	1	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.47

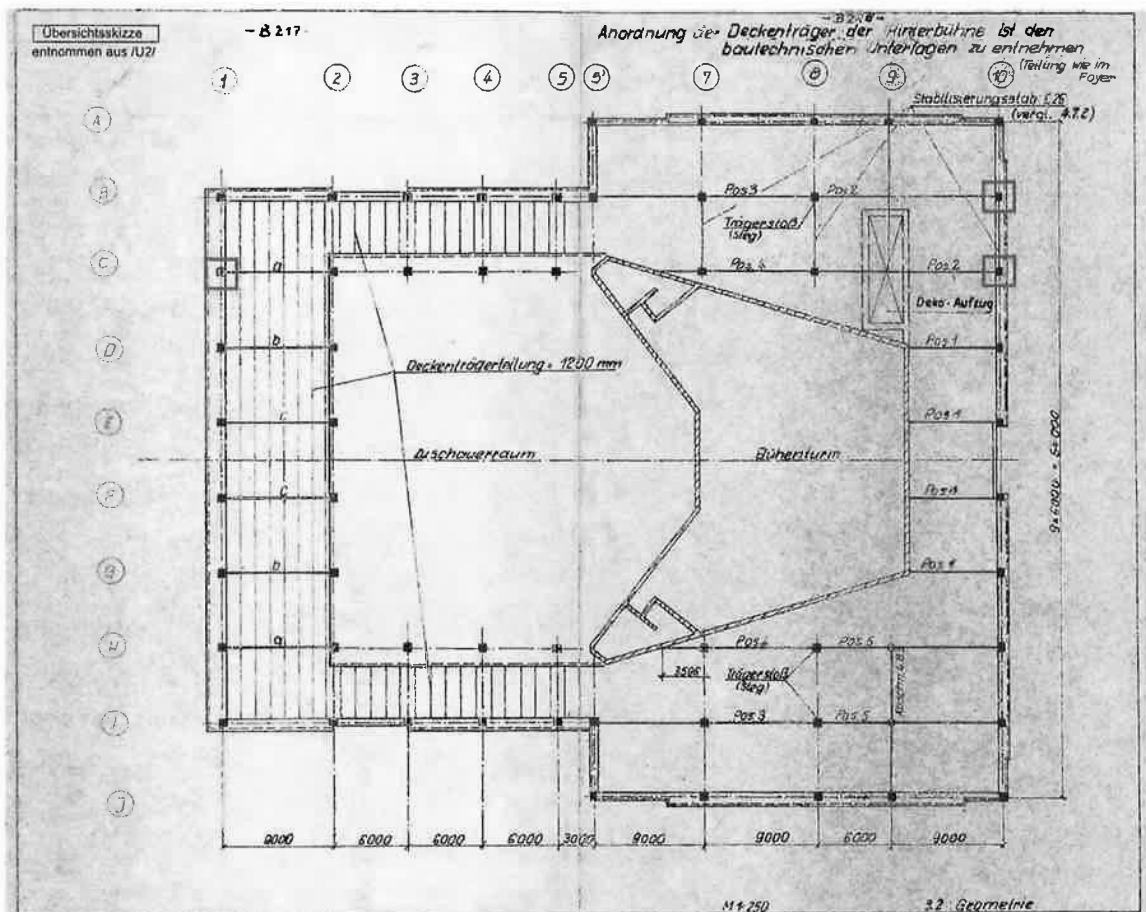
Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse

Auslastung - Tragsicherheit

Nr	Lastkombination	Querschnitt	Stabilität-Ersatzstabverfahren
1	1.35*G + 1.5*Q	0.73	-
Bei der Berechnung nach Theorie II. Ordnung unter Berücksichtigung aller maßgebenden Imperfektionen, genügt der Querschnittsnachweis auf Spannungsebene mit $\eta_{M1} = 1,1$. Es sind keine weiteren Stabilitätsnachweise nötig (siehe DIN EN 1993-1-1, 5.2.2(7)a).			

2.04 Stahlbetonstützen b/h=50/50cm

Das Gutachten pib Prenzlauer Ingenieurbüro untersucht, den bereits zur Errichtungszeit aufgetretenen Widerspruch zwischen den statisch-konstruktiven Vorgaben aus der Massivbaustatik des tschechischen Ingenieurbüros Agroprojekt Praha und der statisch-konstruktiven Umsetzung der Stahlbaukonstruktion durch den VEB Sächsischer Brücken- und Stahlhochbau Dresden. Im Rahmen der Massivbaustatik war eine Kopplung der Stahlbetonstützen über die Dach- bzw. Deckenkonstruktion am oberen Kopfpunkt über drei Stützenreihen angenommen worden (siehe Bestandsstatik Teil II Seite 204). Im Rahmen der Umsetzung der Stahlkonstruktion wurde jedoch eine verschiebbliche Auflagerung der stählernen Dach- bzw. Deckenkonstruktion realisiert. Im Gutachten pib Prenzlauer Ingenieurbüro werden exemplarisch drei Fassadenstützen untersucht.



Diese Fassadenstützen wurden für die angreifenden Windlasten auf den anteiligen Fassadenbereich, die Beanspruchung aus der außermittigen Lagerung der Dachträger und der als Winkel ausgeführten Attika am Stützenkopf sowie dem anschließendem Unterzug in Deckenebene (+1,55) nachgewiesen ohne eine koppelnde Wirkung der stählernen Dach- bzw. Deckenkonstruktion auf drei weitere Stützenreihen (Stütze mit Kragarm oberhalb Deckenebene 1). Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse ist auf den Seite 11 bis 14 zusammengefasst. Abgesehen von einer minimalen (tolerierbaren) Unterschreitungen der Bewehrungsmenge am Kopf der Stütze in Achse 10/B ist die Standsicherheit gegeben.

Gemäß dem Brandschutzkonzept besteht für die Ort betonstützen die Anforderung einer feuerbeständigen Ausführung (F90).

Die Fassadenstützen im Bereich des Foyers besitzen eine allseitige Bekleidung aus 5cm Natursteinplatten mit 15-20mm Hintermörtelung. Durch diesen zusätzlichen Schutz der Bewehrung ist eine Feuerwiderstandsdauer von ≥ 90 Min gewährleistet.

Alle übrigen Fassadenstützen sind außenseitig durch die Naturstein- Plattebekleidung geschützt.

Auf der Raumseite sind die Stützen derzeit verputzt.

Im " Gutachten zur Beurteilung der Standsicherheit der Außenwandstützen des Hauptgebäudes in ihrem gegenwärtigen Zustand", aufgestellt durch piB wurden die Fassadenstützen in den Achsen 1 und 10 auch hinsichtlich des Brandschutzes untersucht. Der Nachweis für die

Brandwiderstandsdauer F90 kann aufgrund der unzureichenden Betondeckung nicht erbracht werden. Im Zuge einer Vergleichsrechnung unter Berücksichtigung der in o.g. Gutachten zugrunde gelegten Annahmen wurde die Bekleidung der Stützen durch Putz bzw. Platten untersucht.

Dabei ist ein Kalkzementputz mit einer Dicke von mind. 15mm erforderlich,

ein grobmaschiger Putzträger benötigt eine Durchdringung von mind. 10mm, bei

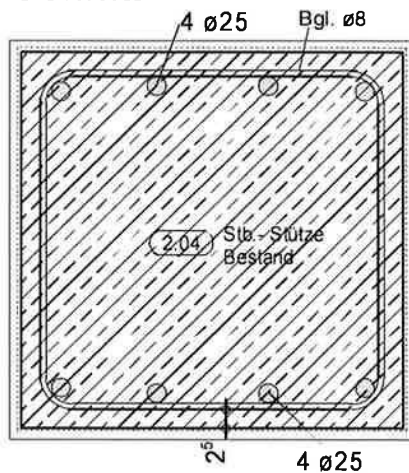
Rippenstreckmetall sind 5mm ausreichend. Ein Kalkzementputz kann bei ausreichender Haftung am Putzgrund auch ohne Putzträger ausgeführt werden, DIN 4102-4:2016-05 5.1.4 Abs. 3 ist zu beachten

Alternativ kann die Brandschutzertüchtigung auch durch Plattenbekleidungen mit BAZ bzw. Prüfzeugnis erfolgen, z.B. Fa Promat, Plattenbekleidung durch Promatect- H.

Systemskizze

Fassadenstützen Achsen 10

Schnitt



Anforderung REI90

Ersatzmaßnahme für 10mm Betondeckung

Variante 1:

Stützenbekleidung allseitig durch

Putzbekleidung nach DIN 4102-4:2016-05, 5.1.4 Tab. 5.1

z.B. mit 15mm Kalk- Zementmörtel nach

DIN EN 998-1, DIN 18550-2, DIN EN 13914-2

auf Putzträger, bei ausreichender Haftung am Putzgrund auch ohne ausführbar

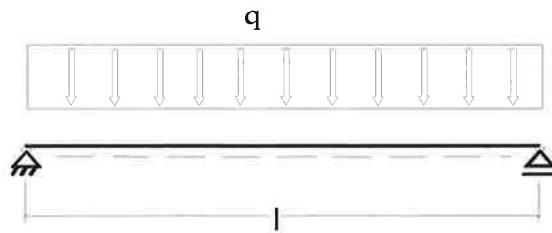
Variante 2:

Bekleidung mit Brandschutzplatte,

z.B. Knauf/ Promat o.glw.

2.05.1 Türsturz ZFS Typ 2 (11,5x11,3x125cm)

Statisches System:



Lichte Weite:

$$l_w = 1,010 \text{ m}$$

Auflagerlänge:

$$l_a = 0,120 \text{ m}$$

Länge der Ziegelflachsturzes

$$l_s = l_w + 2 \cdot l_a = 1,25 \text{ m}$$

Belastung:

aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand $d_{MW} = 11,5 \text{ cm}$, beidseitig verputzt

$$g_{MW} = 18 \cdot (0,115 + 2 \cdot 0,02) = 2,79 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Höhe der Übermauerung, } h_{MW} = 7,5 - (3,3 + 2,135) = 2,06 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast } g_{MW} = g_{MW} \cdot h_{MW} = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Auflast max. } q = g_{MW} = 5,75 \text{ kN/m}$$

Nachweis:

Höhe der Druckzone: $\dot{h} = 0,50 \text{ m}$

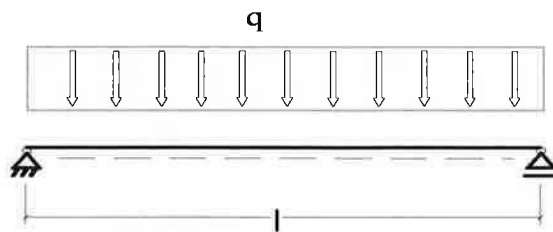
gewählt: 1x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle *Anlage*

$$\text{zul. } q = 1 \cdot 27,72 = 27,72 \text{ kN/m}$$

$$\text{max. } q / \text{zul. } q = \underline{\underline{0,21 < 1,0}}$$

2.05.2 Türsturz 2x HEA 100

Statisches System:



Lichte Weite:

$$l_w = 1,010 \text{ m}$$

Auflagerlänge:

$$l_a = 0,120 \text{ m}$$

Stützweite

$$l_s = l_w + 2 \cdot l_a / 3 = 1,09 \text{ m}$$

Belastung:

aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand $d_{MW} = 11,5 \text{ cm}$, beidseitig verputzt

$$g_{MW} = 18 \cdot (0,115 + 2 \cdot 0,02) = 2,79 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Höhe der Übermauerung, } h_{MW} = 7,5 - (3,3 + 2,135) = 2,06 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast } g_{MW} = g_{MW} \cdot h_{MW} = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Auflast max. } q = g_{MW} = 5,75 \text{ kN/m}$$

Nachweis

- bei geringerer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

Anschluss an Stb.- Stütze

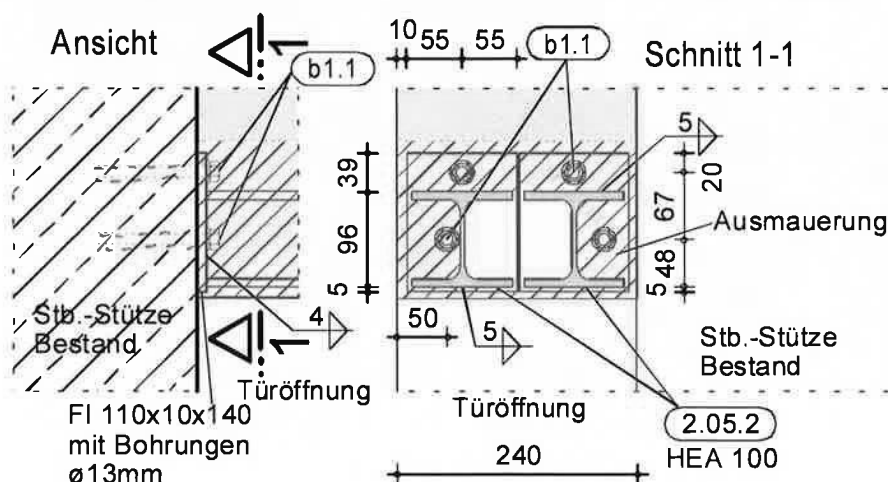
$$\text{Auflagerkraft } F_{z,d} = 1,35 \cdot \max.q \cdot l_s / 2 = 4,23 \text{ kN}$$

gewählt:

2x2 Verbundanker M12, z.B. Fischer FIS *V_{plus}*, Ankerstange M12, Fkl. 8,8

Setztiefe $\geq 120 \text{ mm}$

Geometrie:

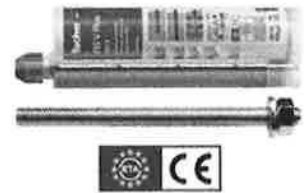


(programmbedingt Nachweis mit symetrischer Ankeranordnung, in ungünstiger Weise für $F_{z,d}=5,0\text{kN}$)

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 12 x 140 8.8, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8 100 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-20/0603, Option 1, Ertellungsdatum 13.11.2020

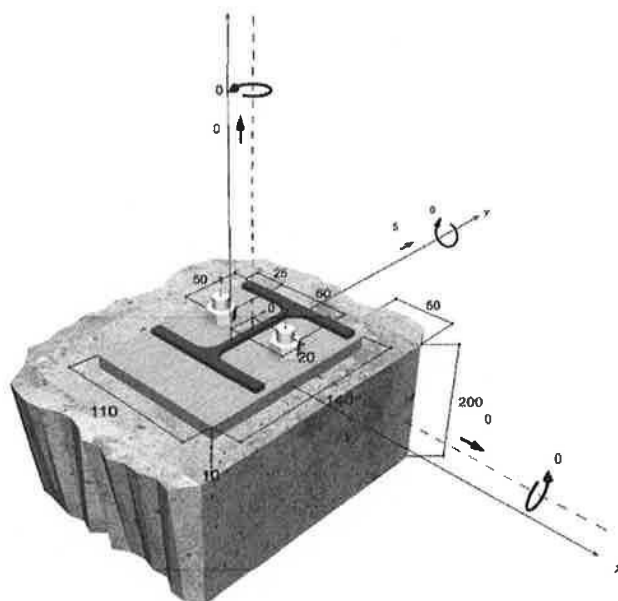


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN1992-4:2018 Verbundanker
Verankerungsgrund	C20/25, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Temperaturbereich	24 °C Langzeittemperatur, 40 °C Kurzzeittemperatur
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	110 mm x 140 mm x 10 mm
Profiltyp	HEA 100

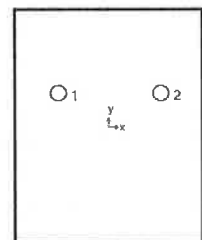
Bemessungslasten *)

#	N _{Ed} kN	V _{Ed,x} kN	V _{Ed,y} kN	M _{Ed,x} kNm	M _{Ed,y} kNm	M _{T,Ed} kNm	Belastungsart
1	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	0,00	2,50	0,00	2,50
2	0,00	2,50	0,00	2,50



Max. Betonstauchung :
 Max. Betondruckspannung :
 Resultierende Zugkraft :
 Resultierende Druckkraft :

‰
 N/mm²
 kN, X/Y Position (/)
 kN, X/Y Position (/)

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbewehrung

$$\beta_V = \beta_{V,c2} = 0,35 \leq 1$$



Nachweis erfolgreich

2.06.1 Deckenträger Unterhangdecke (UHD), IPE160

Der Deckenträger spannt von Wandachse 10 zur neuen Stütze Pos. 2.07.1 in Achse 9. Der Träger dient zur Aufnahme der Brandschutz Unterhangdecke über Ebene 3.

gewählt: **IPE160, Stahlsorte S235**

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

1 statisches System

Stützweite $l_s =$ 5,80 m

Kippaussteifung an den Auflagern und in Feldmitte

2 Belastung

aus Unterhangdecke, Brandschutzanforderung F90 von unten
z.B. Fa. Knauf System K219 mit 2x20mm Fireboard Platten (F90 v. unten "allein")

$g_{UHD} =$ 0,50 kN/m²

aus Deckenträger

$g_{Tr} =$ 0,16 kN/m

Lasteinflussbreite $e_1 =$ 0,15+3,28/2 = 1,79 m

Linienlast für Deckenträger

$g_{_1} = g_{Tr} + g_{UHD} \cdot e_1 =$ 1,05 kN/m

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.06.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$F_g = g_{_1} \cdot l_s / 2 =$ 3,04 kN

2.06.2 Deckenträger UHD, IPE160

Der Deckenträger spannt von Wandachse 10 zur neuen Stütze Pos. 2.07.2 in Achse 9.

gewählt: **IPE160, Stahlsorte S235**

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

1 statisches System

Stützweite $l_s =$ 5,80 m

Kippaussteifung an den Auflagern und in Feldmitte

2 Belastung

aus UHD

$g_{UHD} =$ 0,50 kN/m²

$g_{Tr} =$ 0,16 kN/m

Lasteinflussbreite $e_1 =$ (3,28+2,0)/2 = 2,64 m

Linienlast für Deckenträger

$$g_{_1} = g_{Tr} + g_{UHD} \cdot e_1 = 1,48 \text{ kN/m}$$

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.06.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$$F_g = g_{_1} \cdot l_s / 2 = 4,29 \text{ kN}$$

2.06.3 Deckenträger UHD, IPE160

Der Deckenträger spannt von Wandachse 10 zur neuen Stütze Pos. 2.07.3 in Achse 9.

gewählt: **IPE160, Stahlsorte S235**

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

1 statisches System

$$\text{Stützweite } l_s = 5,80 \text{ m}$$

Kippaussteifung an den Auflagern und in Feldmitte

2 Belastung

aus UHD

$$g_{UHD} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{Tr} = 0,16 \text{ kN/m}$$

$$\text{Lasteinflussbreite } e_1 = (2,0 + 3,46) / 2 = 2,73 \text{ m}$$

Linienlast für Deckenträger

$$g_{_1} = g_{Tr} + g_{UHD} \cdot e_1 = 1,52 \text{ kN/m}$$

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.06.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$$F_g = g_{_1} \cdot l_s / 2 = 4,41 \text{ kN}$$

2.06.4 Deckenträger UHD, IPE160

Der Deckenträger spannt von Wandachse 10 zur Wand des Aufzugsmaschinenraumes. Die Ablastung erfolgt durch Anhängung an die Stahlbeton- Attika (Achse 10) sowie die Stütze Pos. 2.07.4.

gewählt: **IPE160, Stahlsorte S235**

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

1 statisches System

$$\text{Stützweite } l_{s1} = 5,80 \text{ m}$$

$$\text{Stützweite } l_k = 1,60 \text{ m}$$

Kippaussteifung an den Auflagern und in Feldmitte

2 Belastung aus UHD

$$\begin{aligned} g_{\text{UHD}} &= 0,50 \text{ kN/m}^2 \\ g_{\text{Tr}} &= 0,16 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{Lasteinflussbreite } e_1 = (3,46 + 1,35) / 2 = 2,40 \text{ m}$$

Linienlast für Deckenträger, Feldbereich

$$g_{-1} = g_{\text{Tr}} + g_{\text{UHD}} \cdot e_1 = 1,36 \text{ kN/m}$$

Kragarm ohne Belastung aus UHD (Spannrichtung parallel zum Träger)
Deckenlast in Flurwände weitergeleitet

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.06.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$$\text{Aufl. 1, Achse 10, } F_{g1} = g_{-1} \cdot l_S / 2 = 3,94 \text{ kN}$$

$$\text{Aufl. 2, St. Pos. 2.07.4, } F_{g2} = g_{-1} \cdot l_S / 2 + g_{\text{Tr}} \cdot l_K = 4,20 \text{ kN}$$

2.06.5 Deckenträger UHD, IPE160

Der Deckenträger spannt von Wandachse 10 zur Wand des Aufzugsmaschinenraumes.
Die Ablastung erfolgt durch Anhängung an die Stahlbeton- Attika (Achse 10) sowie die Stütze Pos. 2.07.5.

gewählt: **IPE160, Stahlsorte S235**

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

1 statisches System

$$\text{Stützweite } l_{S1} = 5,80 \text{ m}$$

$$\text{Stützweite } l_K = 1,60 \text{ m}$$

Kippaussteifung an den Auflagern und in Feldmitte

2 Belastung aus UHD

$$\begin{aligned} g_{\text{UHD}} &= 0,50 \text{ kN/m}^2 \\ g_{\text{Tr}} &= 0,16 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{Lasteinflussbreite } e_1 = (1,35 + 3,56) / 2 = 2,46 \text{ m}$$

Linienlast für Deckenträger, Feldbereich

$$g_{-1} = g_{\text{Tr}} + g_{\text{UHD}} \cdot e_1 = 1,39 \text{ kN/m}$$

Kragarm Flur ohne Belastung aus UHD (Spannrichtung parallel zum Träger)
Deckenlast wird in Flurwände weitergeleitet

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.06.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$$\text{Aufl. 1, Achse 10, } F_{g1} = g_{-1} \cdot l_S / 2 = 4,03 \text{ kN}$$

$$\text{Aufl. 2, St. Pos. 2.07.5, } F_{g2} = g_{-1} \cdot l_S / 2 + g_{\text{Tr}} \cdot l_K = 4,29 \text{ kN}$$

2.06.6 Deckenträger UHD, IPE160

Der Deckenträger spannt von Wandachse 10 zur Wand des Aufzugsmaschinenraumes. Die Ablastung erfolgt durch Anhängung an die Stahlbeton- Attika (Achse 10) sowie die Stütze Pos. 2.07.6

gewählt: **IPE160, Stahlsorte S235**

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

1 statisches System

Stützweite $l_{S1} = 5,80 \text{ m}$

Stützweite $l_K = 1,60 \text{ m}$

Kippaussteifung an den Auflagern und in Feldmitte

2 Belastung

aus UHD

$g_{\text{UHD}} = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Lasteinflussbreite $e_1 = (3,56 + 3,56)/2 = 3,56 \text{ m}$

Linienlast für Deckenträger, Feldbereich

$g_{-1} = g_{\text{UHD}} \cdot e_1 = 1,78 \text{ kN/m}$

Kragarm Bereich Flur ohne Belastung aus UHD (Spannrichtung parallel zum Träger)
Deckenlast wird in Flurwände weitergeleitet

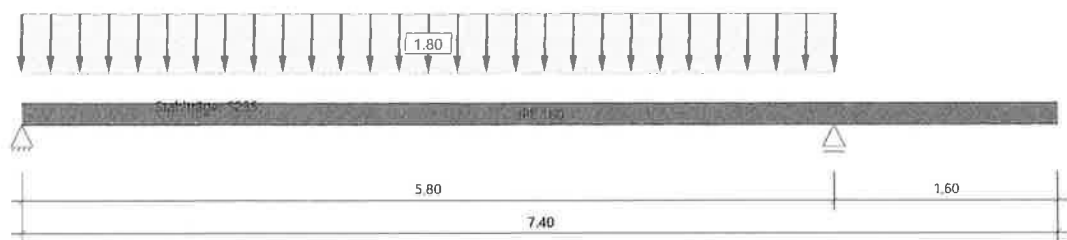
3 Nachweise

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 160	869	68	109	17	20.1
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *1		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.80	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*1) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : In Feldmitte am Schubmittelpunkt

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	TL		5.80		1.80	1.80	Nein	ständig		

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 = 117 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

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 -> $K_{F1} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	elastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/100$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

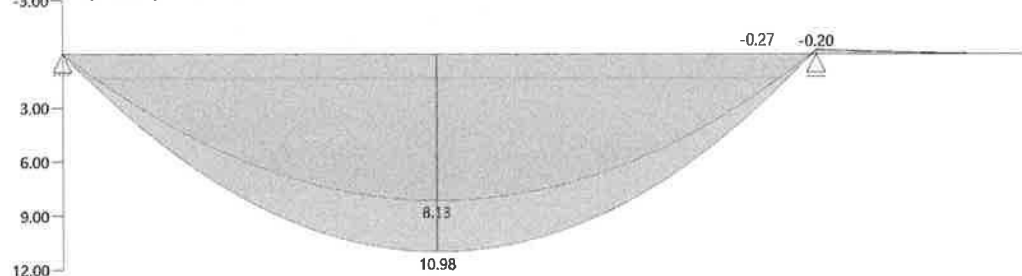
Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabl}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.43	0.53	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.85

Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

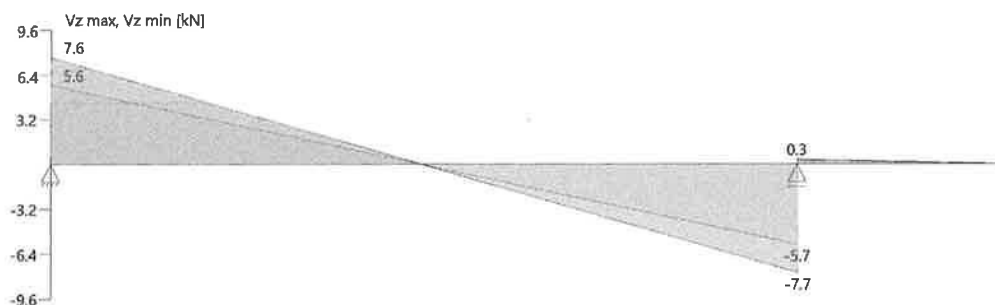
Schnittgrößen

Umhüllende der Momente

My max, My min [kNm]



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.1) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	σ_d [N/mm ²]	τ_d [N/mm ²]	$\sigma_{d,y}$ [N/mm ²]	η	Lk
Feld 1	0.00	1	7.6	0.00	0.0	-10.8	18.8	0.08	1
	2.88	1	0.0	10.98	-101.0	0.0	101.0	0.43	1
	5.80	1	-7.7	-0.27	-2.5	11.0	19.0	0.08	1
Kra re	5.80	1	0.3	-0.27	-2.5	-0.5	2.5	0.01	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
2.90	1	0.0	10.98	6.54	0.53	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normkraft (Gl. 6.54)

$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.53$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 10.98 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 35.24 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.91 \\ \chi_{lt} &= 0.78 \\ M_{y,Rd} &= 29.17 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 2.90 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.90	0.0	1.6	1.6	0.31	3
Kra re	1.60	0.0	-1.4	1.4	0.27	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z Feld: $f_{cd} = l_{eff}/300$, Kragarm: $f_{cd} = l_{eff}/100$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,xL}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.90	5.80	0.00	5.80	1.6	1.6	1.9	0.81	3
Kra re	1.60	1.60	0.00	1.60		1.4	1.6	0.85	0

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate x der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,xL}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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	5.6	5.6		
2	5.80	ständig	6.0	6.0		

2.06.7 Deckenträger UHD, IPE160

Der Deckenträger spannt von Wandachse 10 zur Wand des Aufzugsmaschinenraumes.
Die Ablastung erfolgt durch Anhängung an die Stahlbeton- Attika (Achse 10) sowie die Stütze Pos. 2.07.7.

gewählt: **IPE160, Stahlsorte S235**

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

1 statisches System

Stützweite $l_{S1} =$ 5,80 m

Stützweite $l_K =$ 1,60 m

Kippaussteifung an den Auflagern und in Feldmitte

2 Belastung

aus UHD

$g_{UHD} =$ 0,50 kN/m²

$g_{Tr} =$ 0,16 kN/m

Lasteinflussbreite $e_1 =$ 3,56/2+0,15 = 1,93 m

Linienlast für Deckenträger, Feldbereich

$g_{-1} = g_{Tr} + g_{UHD} * e_1 =$ 1,13 kN/m

Kragarm Flur ohne Belastung aus UHD (Spannrichtung parallel zum Träger)

Deckenlast wird in Flurwände weitergeleitet

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.06.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

Aufl. 1, Achse 10, $F_{g1} = g_{-1} * l_S / 2 =$ 3,28 kN

Aufl. 2, St. Pos. 2.07.7, $F_{g2} = g_{-1} * l_S / 2 + g_{Tr} * l_K =$ 3,53 kN

2.07.1 Stahlstütze, Achse A-B/9-10 IPE120

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus dem Deckenträger der Unterhangdecke
Pos. 2.06.1. Sie wird bis auf den Deckenträger über E2 geführt.

1 statisches System:

Knicklänge

$$l_s = (6,42 - 0,16) - 3,23 = 3,03 \text{ m}$$

mit horiz. Halterung am Stützenkopf / Fußpunkt

2 Belastung

aus Pos. 2.06.1, Aufl. 2

$$\text{Eigengewicht, } G_{2.06.1} = 3,04 \text{ kN}$$

aus Stützenprofil

$$g_{st} = 0,11 \text{ kN/m}$$

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$$F_g = G_{2.06.1} + g_{st} \cdot l_s = 3,37 \text{ kN}$$

2.07.2 Stahlstütze, Achse A-B/9-10 IPE120

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus dem Deckenträger der Unterhangdecke
Pos. 2.06.2. Sie wird bis auf den Deckenträger über E2 geführt.

1 statisches System:

Knicklänge

$$l_s = 3,03 \text{ m}$$

2 Belastung

aus Pos. 2.06.2, Aufl. 2

$$\text{Eigengewicht, } G_{2.06.2} = 4,29 \text{ kN}$$

aus Stützenprofil

$$g_{st} = 0,11 \text{ kN/m}$$

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$$F_g = G_{2.06.2} + g_{st} \cdot l_s = 4,62 \text{ kN}$$

2.07.3 Stahlstütze, Achse B/9-10 IPE120

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus dem Deckenträger der Unterhangdecke
Pos. 2.06.3. Sie wird bis auf den Deckenträger über E2 geführt.

1 statisches System:

Knicklänge

$$l_s = 3,03 \text{ m}$$

2 Belastung

aus Pos. 2.06.3, Aufl. 2

$$\text{Eigengewicht, } G_{2.06.3} = 4,41 \text{ kN}$$

aus Stützenprofil

$$g_{st} = 0,11 \text{ kN/m}$$

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$$F_g = G_{2.06.3} + g_{st} \cdot l_s = 4,74 \text{ kN}$$

2.07.4 Stahlstütze, Achse B-C/9-10 IPE120

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus dem Deckenträger der Unterhangdecke
Pos. 2.06.4. Sie wird bis auf den Deckenträger über E2 geführt.

1 statisches System:

Knicklänge

$$l_s = 3,03 \text{ m}$$

2 Belastung

aus Pos. 2.06.4, Aufl. 2

$$\text{Eigengewicht, } G_{2.06.4} = 4,20 \text{ kN}$$

aus Stützenprofil

$$g_{st} = 0,11 \text{ kN/m}$$

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$$F_g = G_{2.06.4} + g_{st} \cdot l_s = 4,53 \text{ kN}$$

2.07.5 Stahlstütze, Achse B-C/9-10 IPE120

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus dem Deckenträger der Unterhangdecke
Pos. 2.06.5. Sie wird bis auf den Deckenträger über E2 geführt.

1 statisches System:

Knicklänge

$$l_s = 3,03 \text{ m}$$

2 Belastung

aus Pos. 2.06.5, Aufl. 2

$$\text{Eigengewicht, } G_{2.06.5} = 4,29 \text{ kN}$$

aus Stützenprofil

$$g_{st} = 0,11 \text{ kN/m}$$

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$$F_g = G_{2.06.5} + g_{st} \cdot l_s = 4,62 \text{ kN}$$

2.07.6 Stahlstütze, Achse C-D/9-10 IPE120

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus dem Deckenträger der Unterhangdecke
Pos. 2.06.6. Sie wird bis auf den Deckenträger über E2 geführt.

1 statisches System:

Knicklänge

$$l_s = 3,03 \text{ m}$$

2 Belastung

aus Pos. 2.06.6, Aufl. 2

$$\text{Eigengewicht, } G_{2.06.6} = 6,00 \text{ kN}$$

aus Stützenprofil

$$g_{st} = 0,11 \text{ kN/m}$$

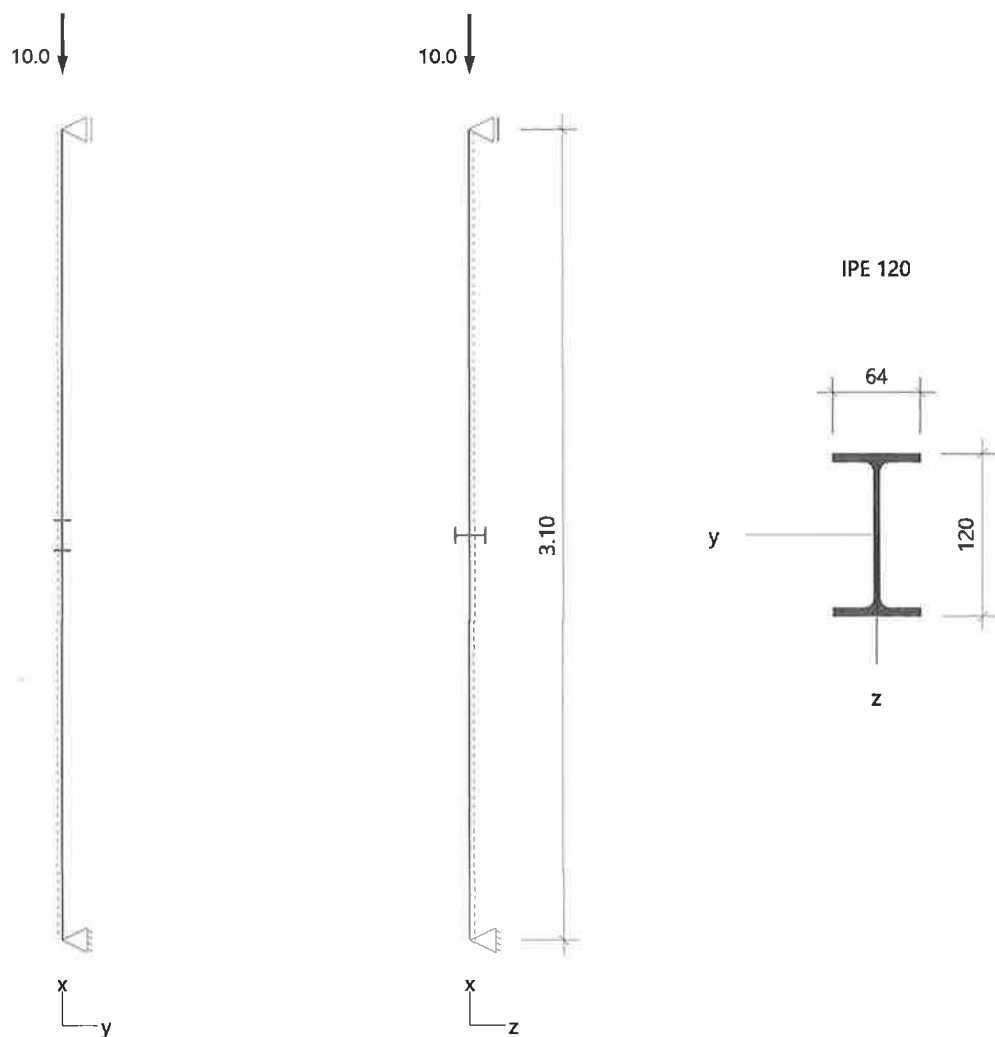
3 Nachweise

mt Vertikallast $F_g = 10,0 \text{ kN}$

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	$l_{eff} / 300$

System Pendelstütze



Stütze: Höhe = 3.10 m Material: S235 Querschnitt: IPE 120

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen ^{*)}			Verdrehungen ^{*)}		
		ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.10	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0

^{*)} -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
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

Standard-Lastfälle und Lasten

Nr	Art	in/um	pl	a [m]	pj	l [m]	Ew
1	14	in x-Richtung	10.0	3.10		0.01	99

Ergebnisse

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	1	Querschnitt	0,04
ständig/vorübergehend	1	Stabilität	0,29
charakteristisch	3	Absolutverformung	0,00

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	-13.9	0.0	0.00	0.0	0.00
3.10	-13.5	0.0	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 $\gamma_{mo} = 1,00$

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
3.10	1	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
0.00	1	13.9	0.00	6.46	0.29	1

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$$F_g = G_{2.06.6} + g_{St} \cdot l_s = 6,33 \text{ kN}$$

2.07.7 Stahlstütze, Achse D/9-10 IPE120

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus dem Deckenträger der Unterhangdecke
 Pos. 2.06.7. Sie wird bis auf den Deckenträger über E2 geführt.

1 statisches System:

Knicklänge

$$l_s = 3,03 \text{ m}$$

2 Belastung

aus Pos. 2.06.7, Aufl. 2

$$\text{Eigengewicht, } G_{2.06.7} = 3,53 \text{ kN}$$

aus Stützenprofil

$$g_{St} = 0,11 \text{ kN/m}$$

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$$F_g = G_{2.06.7} + g_{St} \cdot l_s = 3,86 \text{ kN}$$

G - Ebene 2

1.05 Galerieartiger Verbindungssteg als Stahlkonstruktion

Es ist geplant einen neuen ca. 1,5m breiten Verbindungssteg als von den Dachträgern Pos. 2.03 abgehängte leichte Stahlkonstruktion herzustellen. Die Konstruktion ist auf dem Plan-Nr. P6.2 dargestellt.

Der Wandanschluss erfolgt mit einem umlaufenden U160-Profil. Die freien Randträger werden aus HEB160 bzw. IPE160-Profilen geplant. Als Querträgern werden IPE80-Profile im Abstand von etwa 1,5m angeordnet. Zur diagonalen Aussteifung der etwa quadratischen Felder sind L40-Profile vorgesehen. Für den Laufbelag werden Gitterroste aufgelegt. Eine Abhängung ist (je nach Brandschutzanforderung an die Tragkonstruktion) beispielsweise als Flachstähle möglich, alternativ könnte Profilstahl verwendet werden.

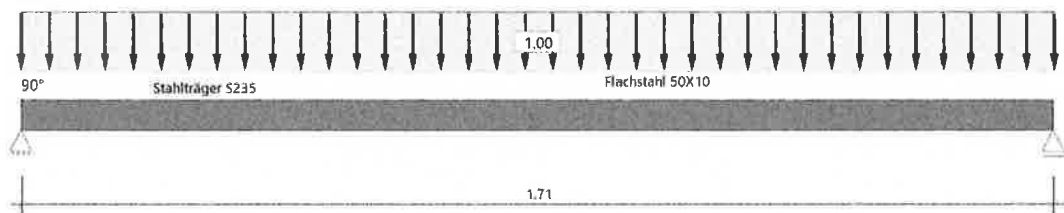
1.05.1 Geländerkonstruktion aus Handlauf FI 50x10 und Pfosten 2x FI 50x10

Die Geländerkonstruktion ist aus Flachstählen geplant. Mindestens im Bereich der Querträger werden je 2 Flachstähle als vertikale Pfosten am Randträger biegesteif angeschlossen, um die Holmdruckkräfte in die Stegkonstruktion einzuleiten.

Horizontaler Holmdruck auf den Handlauf (in 1m Höhe über Laufbelag) $q_k = 1,00 \text{ kN/m}$

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
$t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{yk} = 215.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$
$t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
Flachstahl 50X10	0.4	10	1	4	5.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt	Gedreht
1	1.71	Flachstahl 50X10	90°

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.71	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

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	Kat. C: Versammlungsbereiche		0.9		
2	1.71	Kat. C: Versammlungsbereiche		0.9		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
1	0.00	Lk 1	1.3			
2	1.71	Lk 1	1.3			

Anschluss an Pfosten

- Kehlnähte 2x 4mm, l=50mm

bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

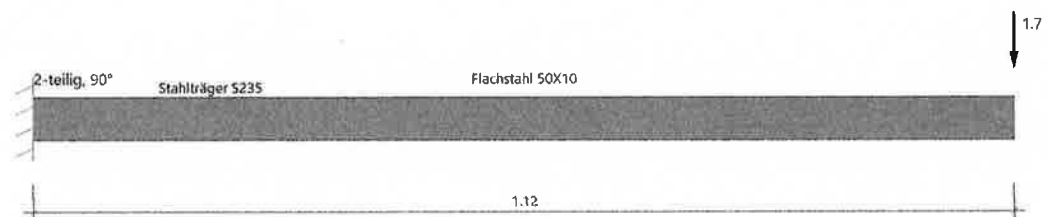
Geländerpfosten

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Geometrie

Querschnitte

Name	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	A [cm ²]
Flachstahl 50X10	0.4	10	1	4	5.0

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt	Gedreht	Mehrteilig
Kra Rechts	1.12	Flachstahl 50X10	90°	x 2

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ _x [kNm/rad]	Φ _y [kNm/rad]	Φ _z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	-1

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W [kN]	Faktor	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	1.12	1.0 kN	1.70	Kat. C		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 9 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{F1} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/60$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/200$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.99	1)	0.99
1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.				

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{QS}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	Flachstahl 50X10	Kragarm rechts, $x = 0.00$	1.3	-1.46	0.99	

Nachweis für maximale Auslastung bei $x = 0.00$ m Lk 2

$N_{pld} = 0.0$ kN	$N_{Rd} = 117.5$ kN
$N_{Ed} = 0.0$ kN	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = -1.46$ kNm	$M_{y,Rd} = 1.47$ kNm
$M_{y,Ed} = -1.46$ kNm	$\eta_{My} = 0.99$
$V_{z,pld} = 1.3$ kN	$V_{z,Rd} = 67.8$ kN
$V_{z,Ed} = 1.3$ kN	$\eta_{Vz} = 0.02$
	$\eta = 0.99$

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Kra re	1.12	0.0	-1.9	1.9	0.37	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z Kragarm: $f_{cd} = l_{eff}/60$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Kra re	1.12	1.12	0.00	1.12		1.9	1.9	0.99	0

Feld	: Bezeichnung
x	: Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff}	: effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$	: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$	: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$	: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$	: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$	: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
η	: größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk	: Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	0.1	0.1 1.7	-0.05 -1.90	-0.05

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
1	0.00	Lk 2 Lk 1	2.7 0.1	-2.92 -0.05		

1.05.2 Laufbelag aus Gitterrosten 50/4 (Maschenweite 30x30)

Als Laufbelag sind Gitterroste vorgesehen. Diese werden auf den Obergurten der Stahlträgerprofile aufgelegt und lagegesichert.

Der Nachweis der Tragfähigkeit der Gitterroste für eine Stützweite von 1,5m bei einer gleichmäßig verteilten Nutzlast von 5kN/m² und einer Einzellast von 4kN (gemäß DIN EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.1DE, Kategorie C3) erfolgt über die Zulassung des verwendeten Produktes.

1.05.3 Querträger IPE100

Die Querträger sind etwa im Abstand von 1,5m angeordnet. Sie spannen zwischen wandseitigem Randprofil U160 und dem freien Randträger HEB160 bzw. IPE160.

Lastzusammenstellung:

- Eigenlasten:

Gitterrost (bis ca. 75kg/m ²) B1,50m:	1,50*0,75	=	1,13 kN/m
Sonstiges:			0,00 kN/m
		g_k =	1,13 kN/m

- Nutzlasten

Auflager Gitterroste B1,50m:	1,50*5,00	=	7,50 kN/m
Sonstiges:			0,00 kN/m
		q_k =	7,50 kN/m

bzw.

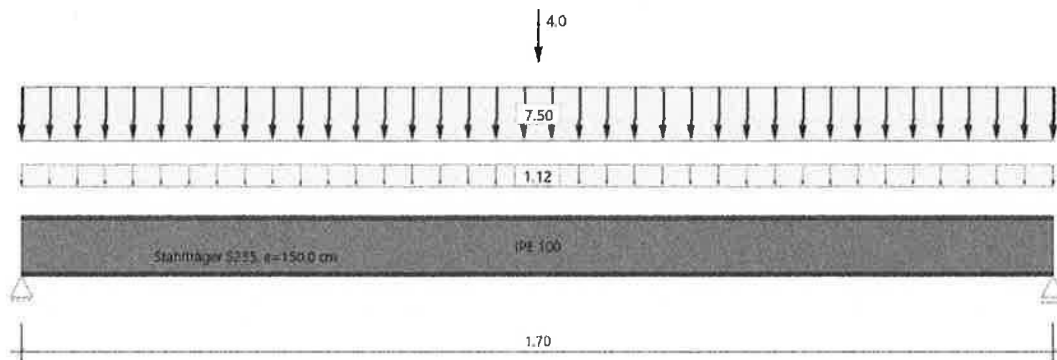
Einzellast aus Nutzlast (gem. DIN EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.1DE, Kat. C3) **Q_k = 4,0 kN**

Nachweis mit: **IPE 100 L= 1700mm S235**
Anschluss mit einseitiger Lasche und Schraubverbindung

Grundparameter

Stahlträger (e = 150.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
 Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

E_k	=	210000 N/mm ²	G_k	=	80769 N/mm ²
γ	=	78.50 kN/m ³	μ	=	0.30
			β_w	=	0.80
Streckgrenze	$t \leq$	40 mm	f_{yk}	=	235.00 N/mm ²
Zugfestigkeit	$t \leq$	40 mm	f_{uk}	=	360.00 N/mm ²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 100	171	16	34	6	10.3
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.70	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	0.85	4.0 kN	Kat. C		1

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
----	-------------

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m ²]	W2 [kN/m ²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	2	GL		1.70		0.75		Nein	ständig		
	3	GL		1.70		5.00		Ja	Kat. C		1

Der Systembezug einer gleichzeitig feldweise und alternativen Last bleibt erhalten!

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
2	Breite 1,50 m
3	Breite 1,50 m
Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 1.50 m multipliziert.	

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 14 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchblegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.50	1)	0.47
1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.				

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{QS}	η_{Stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	IPE 100	Feld 1, $x = 0.85$	0.0	4.65	0.50		1

Nachweis für maximale Auslastung bei $x = 0.85 \text{ m}$ Lk 1

$N_{pld} = 0.0 \text{ kN}$	$N_{rd} = 242.1 \text{ kN}$
$N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 4.65 \text{ kNm}$	$M_{y,Rd} = 9.29 \text{ kNm}$
$M_{y,Ed} = 4.65 \text{ kNm}$	$\eta_{My} = 0.50$
$V_{z,pld} = 0.0 \text{ kN}$	$V_{z,Rd} = 68.7 \text{ kN}$
$V_{z,Ed} = 0.0 \text{ kN}$	$\eta_{Vz} = 0.00$
	$\eta = 0.50$

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.85	0.0	-0.3	0.3	0.05	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Rd}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.85	1.70	0.00	1.70	0.04	0.3	0.6	0.47	3

Feld	: Bezeichnung
x	: Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff}	: effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$	: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$	: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Rd}$	: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$	: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$	: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
η	: größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk	: Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	1.0	1.0 6.4		
2	1.70	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	1.0	1.0 6.4		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	10.9 1.0			
2	1.70	Lk 1 Lk 2	10.9 1.0			

1.05.4 Randträger HEB160

Der freie Randträger spannt zwischen zwei Abhängepunkten über eine Länge von etwa 5,80m.

Lastzusammenstellung:

- Eigenlasten:

Geländer H1,00m: 1,00*0,50 = 0,50 kN/m
 Gitterrost (bis ca. 75kg/m²) B0,75m: 0,75*0,75 = 0,56 kN/m
 Sonstiges (QT, DT): 0,44 kN/m

g_k = 1,50 kN/m

- Nutzlasten

Auflager Gitterroste B0,75m: 0,75*5,00 = 3,75 kN/m
 Sonstiges: 0,00 kN/m

q_k = 3,75 kN/m

bzw.

Einzellast aus Nutzlast (gem. DIN EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.1DE, Kat. C3) **Q_k = 4,0 kN**

gewählt: **HEB160 L= 5800mm**
S235
Anschluss mit verschraubtem Kopfplattenstoß

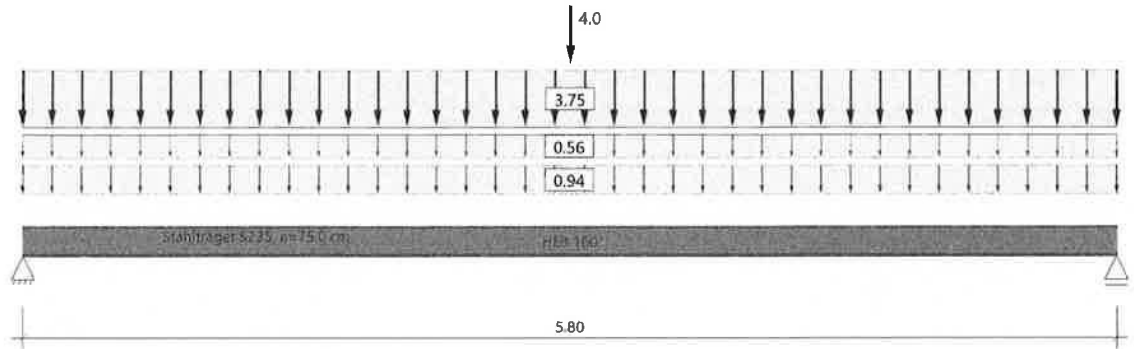
Position: Steg_RT

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P03)

Grundparameter

Stahlträger (e = 75.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEB 160	2492	889	312	111	54.3
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.80	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	2.90	4.0 kN	Kat. C		1
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
----	-------------

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	2	GL		5.80		0.94		Nein	ständig		
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
----	-------------

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m²]	W2 [kN/m²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	GL		5.80		0.75		Nein	ständig		
	4	GL		5.80		5.00		Ja	Kat. C		1
Der Systembezug einer gleichzeitig feldweise und alternativen Last bleibt erhalten!											
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
3	Breite 0,75 m
4	Breite 0,75 m
Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.75 m multipliziert.	

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 247 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $k_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabl}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.42	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.83
1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.				

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{qs}	η_{Stabl}	Lk
ständig/vorübergehend	HEB 160	Feld 1, x = 2.90	0.0	34.60	0.42		1

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 2.90 m Lk 1

$N_{pld} = 0.0$ kN	$N_{Rd} = 1274.9$ kN
$N_{Ed} = 0.0$ kN	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 34.60$ kNm	$M_{y,Rd} = 83.35$ kNm
$M_{y,Ed} = 34.60$ kNm	$\eta_{My} = 0.42$
$V_{z,pld} = 0.0$ kN	$V_{z,Rd} = 238.7$ kN
$V_{z,Ed} = 0.0$ kN	$\eta_{Vz} = 0.00$
	$\eta = 0.42$

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{d1} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.90	0.0	-1.6	1.6	0.32	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{d1} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.90	5.80	0.00	5.80	0.5	1.6	1.9	0.83	3

Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	5.6	5.6 10.9		
2	5.80	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	5.6	5.6 10.9		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	23.9 5.6			
2	5.80	Lk 1 Lk 2	23.9 5.6			

1.05.5 Randträger IPE160

Der freie Randträger spannt zwischen zwei Abhängepunkten und einem Wandaufleger als Durchlaufträger über eine Länge von etwa 5,0m.

Lastzusammenstellung:

- Eigenlasten:

Geländer H1,00m:	1,00*0,50	=	0,50 kN/m
Gitterrost (bis ca. 75kg/m²) B0,75m:	0,75*0,75	=	0,56 kN/m
Sonstiges (QT, DT):			0,44 kN/m

$$g_k = 1,50 \text{ kN/m}$$

- Nutzlasten

Auflager Gitterroste B0,75m:	0,75*5,00	=	3,75 kN/m
Sonstiges:			0,00 kN/m

$$q_k = 3,75 \text{ kN/m}$$

bzw.

Einzellast aus Nutzlast (gem. DIN EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.1DE, Kat. C3) $Q_k = 4,0 \text{ kN}$

gewählt:

IPE160 L= 5000mm

S235

randseitiger Anschluss mit verschraubtem Kopfplattenstoß

Nachweis siehe Pos. 1.05.8

Position: Steg_RT2

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P03)

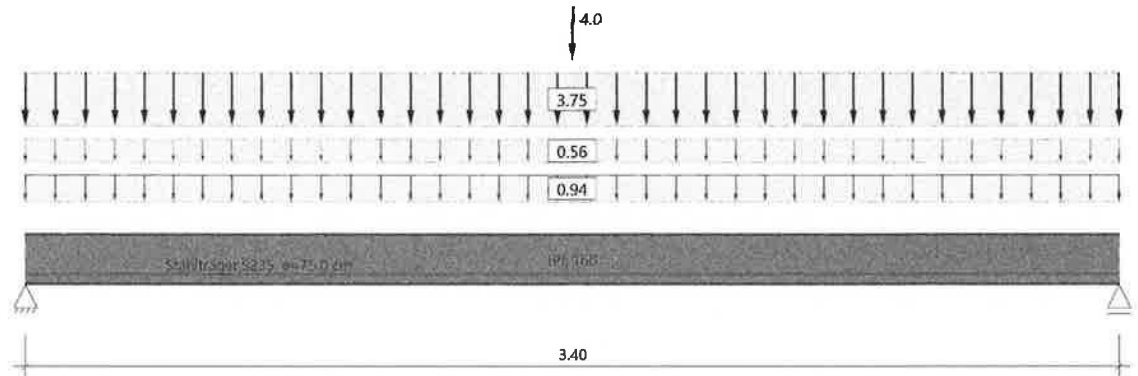
Grundparameter

Stahlträger (e = 75.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

$$\begin{array}{ll} E_k = 210000 \text{ N/mm}^2 & G_k = 80769 \text{ N/mm}^2 \\ \gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3 & \mu = 0.30 \end{array}$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$

Zugfestigkeit	$t \leq$	40 mm
---------------	----------	-------

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 160	869	68	109	17	20.1
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

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	0.0	0.0
2	3.40	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	1.70	4.0 kN	Kat. C		1
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
----	-------------

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	2	GL		3.40		0.94		Nein	ständig		
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
----	-------------

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m²]	W2 [kN/m²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	GL		3.40		0.75		Nein	ständig		
	4	GL		3.40		5.00		Ja	Kat. C		1
Der Systembezug einer gleichzeitig feldweise und alternativen Last bleibt erhalten!											
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
3	Breite 0,75 m
4	Breite 0,75 m
Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.75 m multipliziert.	

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 54 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{F1} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabl}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.39	1)	0.46

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{QS}	η_{Stabl}	Lk
ständig/vorübergehend	IPE 160	Feld 1, x = 1.70	0.0	11.37	0.39		1

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 1.70 m Lk 1

$N_{pld} = 0.0$ kN	$N_{Rd} = 472.4$ kN
$N_{Ed} = 0.0$ kN	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 11.37$ kNm	$M_{y,Rd} = 29.17$ kNm
$M_{y,Ed} = 11.37$ kNm	$\eta_{My} = 0.39$
$V_{z,pld} = 0.0$ kN	$V_{z,Rd} = 131.1$ kN
$V_{z,Ed} = 0.0$ kN	$\eta_{Vz} = 0.00$
	$\eta = 0.39$

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_d = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.70	0.0	-0.5	0.5	0.10	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_d = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.70	3.40	0.00	3.40	0.2	0.5	1.1	0.46	3

Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	2.8	2.8 6.4		
2	3.40	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	2.8	2.8 6.4		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	13.4 2.8			
2	3.40	Lk 1 Lk 2	13.4 2.8			

1.05.6 Wandseitiger Randträger U160

Dieser Randträger verläuft entlang der Wand und ist mit dieser in regelmäßigen Abständen durch Verbundanker mit dem Mauerwerk bzw. Sathl betonwänden verbunden. Er stellt zum einen das Auflager für die Gitterroste dar und zum anderen wird die Lagesicherung der gesamten Stegkonstruktion erreicht.

Lastzusammenstellung:

- Eigenlasten:

Gitterrost (bis ca. 75kg/m ²) B0,75m:	0,75*0,75	=	0,56 kN/m
Sonstiges (QT, DT):			0,44 kN/m
		g_k =	1,00 kN/m

- Nutzlasten

Auflager Gitterroste B0,75m:	0,75*5,00	=	3,75 kN/m
Sonstiges:			0,00 kN/m
		q_k =	3,75 kN/m

bzw.

Einzellast aus Nutzlast (gem. DIN EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.1DE, Kat. C3) **Q_k = 4,0 kN**

gewählt: **U160,S235**

Wegen geringer Beanspruchung wird das Stahlprofil ohne weiteren Nachweis konstruktiv gewählt.

Befestigung je anschließendes Trägerprofil mit je 8x VA M16, l_{eff}= 200mm sowie im Abstand e ≤ 50cm

1.05.7 Diagonalträger L40x4,0

Die Diagonalträger werden zur Aussteifung der gesamten Stegkonstruktion in den etwa quadratischen Felder angeordnet.

gewählt: **L40x4,0**
S235

Wegen geringer Beanspruchung wird das Stahlprofil ohne weiteren Nachweis konstruktiv gewählt.

1.05.8 Abhängung

Die Abhängung der gesamten Stegkonstruktion von den beiden bestehenden Dachträgern Pos. 2.03.1 und 2.03.2 erfolgt über Zugstäbe und Querträgern Pos. 1.05.9, die zwischen den vorgenannten Dachträgern neu angeordnet werden.

gewählt: **Flachstähle, S235**

Die genaue Wahl der Stahlprofile erfolgt im Rahmen der Genehmigung- bzw. Ausführungsplanung in Abstimmung mit der Objekt- und Brandschutzplanung. Die Bemessung erfolgt zum gegebenen Zeitpunkt.

1.05.9 Querträger in der Dachebene

1.05.9.1 Dachquerträger IPE200

In der Ebene der Dachträger Pos. 2.03 werden drei Querträger neu angeordnet, um die Abhängungen aufzunehmen. Dieser Querträger spannt zwischen Dachträger 2.03.1 und der Bühnenturmwand aus Stahlbeton. Die Trägerlänge beträgt etwa 3,00m. In Trägermitte muss eine Kippsicherung angeordnet werden.

Lastzusammenstellung:

- Eigenlasten:

Randträgerauflager Pos. 1.05.5:			2,80 kN
Gitterrost (bis ca. 75kg/m²) Ecke B0,75m, L1,50m:	0,75*0,75*1,50	=	0,84 kN
Randträgerauflager Pos. 1.05.4:			5,60 kN
Sonstiges (Abhängung):			0,26 kN
g_k =			9,50 kN

- Nutzlasten

Randträgerauflager Pos. 1.05.5:			6,40 kN
Auflager Gitterrost Ecke B0,75m, L1,50m:	0,75*5,00*1,50	=	5,63 kN
Randträgerauflager Pos. 1.05.4:			10,90 kN
Sonstiges:			0,07 kN
q_k =			23,00 kN

gewählt: **IPE200 L= 3000mm**
S235
Dachträgeranschluss an Untergurt und Steg mit Verschraubung
Wandanschluss mit Kopfplatte und Verbundankern ggf. zusätzlich
mit Querkraftknagge in Kernbohrung
Kippsicherung in Trägermitte

Position: Steg_DT1

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P03)

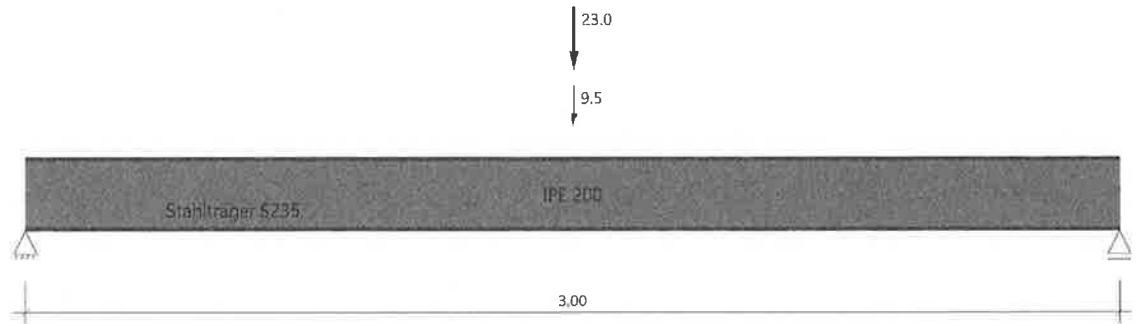
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
	$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
		$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 200	1943	142	194	28	28.5

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

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	0.0	0.0
2	3.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*1) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

[illegible]

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 67 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					
				1.50	

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.69	0.77	0.45

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{QS}	η_{Stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	IPE 200	Feld 1, $x = 1.50$	23.7	35.83	0.69	0.77	34

Nachweis für maximale Auslastung bei $x = 1.50 \text{ m}$ Lk 1

$N_{pld} = 0.0 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 669.8 \text{ kN}$
$N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 35.83 \text{ kNm}$	$M_{y,Rd} = 52.00 \text{ kNm}$
$M_{y,Ed} = 35.83 \text{ kNm}$	$\eta_{My} = 0.69$
$V_{z,pld} = 23.7 \text{ kN}$	$V_{z,Rd} = 190.2 \text{ kN}$
$V_{z,Ed} = 23.7 \text{ kN}$	$\eta_{Vz} = 0.12$
	$\eta = 0.69$

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{Cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.50	0.0	-0.5	0.5	0.09	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.50	3.00	0.00	3.00	0.1	0.5	1.0	0.45	3

Feld	: Bezeichnung
x	: Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff}	: effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$	: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$	: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$	: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$	: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{y,Cd}$	: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
η	: größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk	: Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	5.1	5.1 11.5		
2	3.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	5.1	5.1 11.5		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	24.1 5.1			
2	3.00	Lk 1 Lk 2	24.1 5.1			

Anschluss an Bestandswand Bühnenturm (Stahlbeton, d=30cm)
 mit angeschweißter Stirnplatte, Befestigung mit 2xVerbundankern M16,
 z.B. Fischer FIS V plus mit Setztiefe $\geq 150\text{ mm}$

1.05.9.2 Dachquerträger IPE200

In der Ebene der Dachträger Pos. 2.03 werden drei Querträger neu angeordnet, um die Abhängungen aufzunehmen. Dieser Querträger spannt zwischen den beiden Dachträgern 2.03.1 und 2.03.2. Die Trägerlänge beträgt etwa 6,00m.

Lastzusammenstellung:

- Eigenlasten:

Randträgerauflager Pos. 1.05.5:		2,80 kN
Geländer H1,00m, L0,75m:	1,00*0,50*0,75	= 0,38 kN
Sonstiges (RT, Abhängung):		0,32 kN
G_k =		3,50 kN

- Nutzlasten

Randträgerauflager Pos. 1.05.5:	6,40 kN
Sonstiges:	0,10 kN
Q_k =	6,50 kN

gewählt: **IPE200 L= 6000mm**
S235

Dachträgeranschluss an Untergurt und Steg mit Verschraubung

Position: Steg_DT2

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P03)

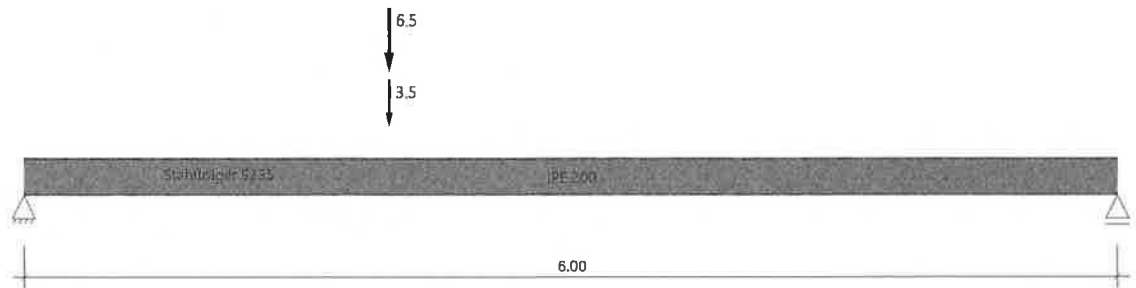
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 200	1943	142	194	28	28.5
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	6.00	-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

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	2.00	3.5 kN	ständig Kat. C		
	2	kraft	2.00	6.5 kN			
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe							

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 134 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{\psi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.39	0.93	0.52

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{QS}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	IPE 200	Feld 1, $x = 2.00$	10.0	20.51	0.39	0.93

Nachweis für maximale Auslastung bei $x = 2.00$ m Lk 1

$N_{pld} = 0.0$ kN	$N_{Rd} = 669.8$ kN
$N_{Ed} = 0.0$ kN	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 20.51$ kNm	$M_{y,Rd} = 52.00$ kNm
$M_{y,Ed} = 20.51$ kNm	$\eta_{My} = 0.39$
$V_{z,pld} = 10.0$ kN	$V_{z,Rd} = 190.2$ kN
$V_{z,Ed} = 10.0$ kN	$\eta_{Vz} = 0.05$
	$\eta = 0.39$

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_d = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.84	0.0	-1.0	1.0	0.21	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{d,i} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.84	6.00	0.00	6.00	0.4	1.0	2.0	0.52	3

Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	3.0	3.0 4.3		
2	6.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	1.8	1.8 2.2		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	10.6 3.0			
2	6.00	Lk 1 Lk 2	5.7 1.8			

1.05.9.3 Dachquerträger IPE200

In der Ebene der Dachträger Pos. 2.03 werden drei Querträger neu angeordnet, um die Abhängungen aufzunehmen. Dieser Querträger spannt zwischen den beiden Dachträgern 2.03.1 und 2.03.2. Die Trägerlänge beträgt etwa 6,00m. In Trägermitte muss eine Kippsicherung angeordnet werden.

Lastzusammenstellung:

- Eigenlasten für Abhängung in Achse H (Aufhöhung der Lagerkraft 1.05.5 mit 1,75/1,50=117%):

Randträgerauflager Pos. 1.05.5:	2,80*1,17	=	3,28 kN
Gitterrost (bis ca. 75kg/m²) Ecke B0,75m, L1,50m:	0,75*0,75*1,50	=	0,84 kN
Randträgerauflager Pos. 1.05.4:			5,60 kN
Sonstiges (Abhängung):			0,28 kN

$$G_k = 10,00 \text{ kN}$$

- Eigenlasten für Abhängung in Achse H-I (Aufhöhung der Lagerkraft 1.05.5 mit 1,75/1,50=117%):

Randträgerauflager Pos. 1.05.5:	2,80*1,17	=	3,28 kN
Geländer H1,00m, L0,88m:	1,00*0,50*0,88	=	0,44 kN
Sonstiges (RT, Abhängung):			0,28 kN

$$G_k = 4,00 \text{ kN}$$

- Nutzlasten für Abhängung in Achse H (Aufhöhung der Lagerkraft 1.05.5 mit 1,75/1,50=117%):

Randträgerauflager Pos. 1.05.5:	6,40*1,17	=	7,49 kN
Auflager Gitterrost Ecke B0,75m, L1,50m:	0,75*5,00*1,50	=	5,63 kN
Randträgerauflager Pos. 1.05.4:			10,90 kN
Sonstiges:			0,48 kN

$$Q_k = 24,50 \text{ kN}$$

- Nutzlasten für Abhängung in Achse H-I (Aufhöhung der Lagerkraft 1.05.5 mit 1,75/1,50=117%):

Randträgerauflager Pos. 1.05.5:	6,40*1,17	=	7,49 kN
Sonstiges:			0,51 kN

$$Q_k = 8,00 \text{ kN}$$

gewählt: **IPE200 L= 6000mm**
S235
Dachträgeranschluss an Untergurt und Steg mit Verschraubung
Kippsicherung in Trägermitte

Position: Steg_DT3

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P03)

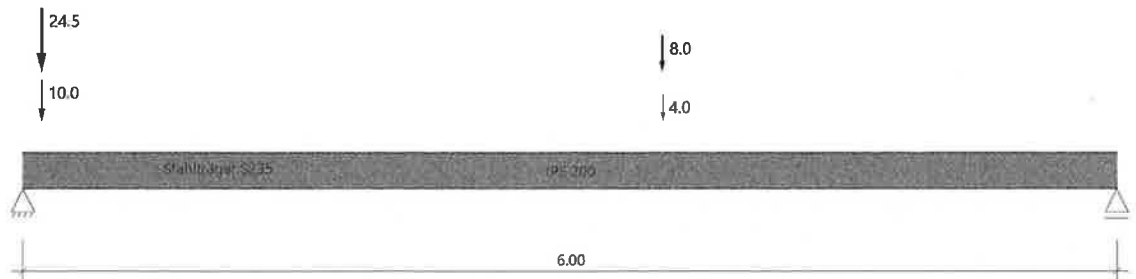
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 200	1943	142	194	28	28.5
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	6.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	0.10	10.0 kN	ständig		
	2	kraft	0.10	24.5 kN	Kat. C		
	3	kraft	3.50	4.0 kN	ständig		
	4	kraft	3.50	8.0 kN	Kat. C		
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe							

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 134 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{F1} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.55	0.75	0.78

Tragsicherheit Je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	IPE 200	Feld 1, $x = 3.50$	6.3	28.79	0.55	0.75

Nachweis für maximale Auslastung bei $x = 3.50$ m Lk 1

$N_{pld} = 0.0$ kN	$N_{Rd} = 669.8$ kN
$N_{Ed} = 0.0$ kN	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 28.79$ kNm	$M_{y,Rd} = 52.00$ kNm
$M_{y,Ed} = 28.79$ kNm	$\eta_{My} = 0.55$
$V_{z,pld} = 6.3$ kN	$V_{z,Rd} = 190.2$ kN
$V_{z,Ed} = 6.3$ kN	$\eta_{Vz} = 0.03$
	$\eta = 0.55$

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_d = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.16	0.0	-1.6	1.6	0.31	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_d = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Rd}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.16	6.00	0.00	6.00	0.6	1.6	2.0	0.78	3

Feld	:	Bezeichnung
x	:	Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff}	:	effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$	:	Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$	:	Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Rd}$	:	Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$	:	Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$	:	zulässige Verschiebung aus l_{eff}
η	:	größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk	:	Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	12.2	12.2 27.4		
2	6.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	3.2	3.2 5.1		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	57.6 12.2			
2	6.00	Lk 1 Lk 2	11.9 3.2			

1.06 Neue Deckenkonstruktion über Ebene 2 für Büroräume im Dekomagazin

Im Bereich zwischen den Achsen 9-10/B-D ist bereits in der Vergangenheit eine aufgeständerte Stahlkonstruktion bestehend aus Stahlstützen, Decken aus Stahlträgerrosten, Stahltreppen und Wänden nachträglich eingebaut worden.

Diese Stahlkonstruktion soll vollständig zurückgebaut und mit größerer Kubatur neu errichtet werden.

Die neue Stahlkonstruktion ist im Deckenbereich im Bereich 8-10/A-D als Stahlträgerrost geplant. Die deckengleichen stählernen Hauptträger lasten auf neuen Stahl- bzw. Stahlbetonstützen ab, in Achse 10/B,C,D werden die Stahlbetonstützen im Bestand durch eckseitig aufgebrachte Winkelprofile eingefasst. Die neuen Deckenträger schließen hier mittels Schraubverbindungen an.

Im Bereich des Zuganges zum Maschinenraum über dem Lastenaufzug wird ein stählernes Podest eingebaut, die Ablastung erfolgt durch Einbindung der Träger in die Schachtwände sowie über Stahlstützen.

Zur Stabilisierung erfolgt ein Anschluss an die umgebenden Massivbauteile wie Stahlbetonstützen, Wände und angrenzende Massivdeckenscheiben.

zwischen den Deckentragprofilen werden doppellagig Gipsfaserplatten als tragender Bodenbelag (F90) angeordnet, die Deckenebene wird unterseitig durch Brandschutzplatten bekleidet (F90).

Belastung siehe Abschn. A.2

Eigenlasten

$g_{De} =$	1,65 kN/m ²
Stahlträger, sofern nicht durch Nachweisprogramm berücksichtigt	
$g_{Tr} =$	0,25 kN/m ²

Eigengewichtslasten aus Unterhangdecken im neuen Geschoss- Ebene 3 werden über die Deckenträger Pos. 2.06.1 bis 2.06.7 sowie die in den Trockenbauwänden angeordneten Stützenprofile Pos. 2.07.1 bis 2.07.7 auf die Deckenträger über Ebene 2 abgetragen.

Nutzlasten für Büroräume im 2. Obergeschoss (Kategorie B1) im Bereich 9-10/A-D

Lotrechte Einzellast	$Q_k =$	2,00 kN
Gleichmäßig verteilte Flächenlast	$q_k =$	2,00 kN/m ²
auf der Deckenebene angeordnete Trennwände werden gesondert berücksichtigt		

1.06.1 Tragender Fußbodenaufbau

Die zweilagig zu verlegenden Fipsfaserplatten sind gemäß den Einbaurichtlinien des Herstellers sowie der abZ bzw. Prüfzeugnis einzubauen. Die Brandschutzanforderung als feuerbeständige Konstruktion ist einzuhalten.

1.06.2.1 Deckenträger IPE180

Die Deckenträger spannen zwischen zwei deckengleichen Hauptträgern über eine Länge von etwa 5,75m. Der Trägerachsabstand ist maximal 0,9m. In Trägermitte wird eine Kippsicherung vorgesehen. Lastzusammenstellung siehe 1.06!

gewählt: **IPE180 L= 5750mm**
S235
Hauptträgeranschluss mit verschraubten Winkelprofilen

Belastung
aus Deckenebene
Nachweis mit Lasteinflussbreiten

$$e = 2 \cdot 0,85 / 2 = 0,85 \text{ m}$$

$$g_{\text{Det}} = 1,65 \cdot e = 1,40 \text{ kN/m}$$

$$q_{\text{Det}} = 2,0 \cdot e = 1,70 \text{ kN/m}$$

Nachweise

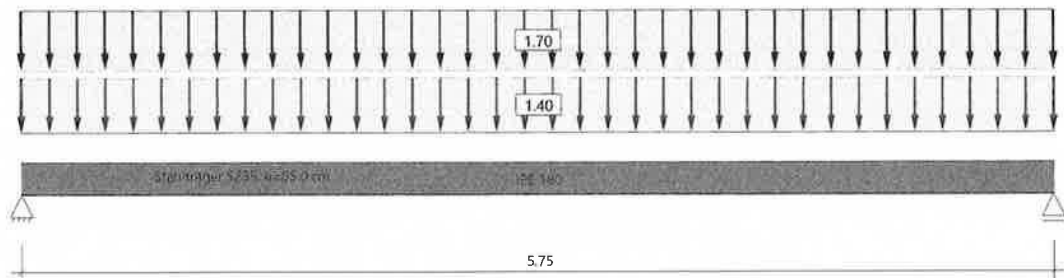
Grundparameter

Stahlträger (e = 85,0 cm), DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 180	1317	101	146	22	23.9

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

Lasten

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m ²]	W2 [kN/m ²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		5.75		1.65		Nein	ständig		
	2	GL		5.75		2.00		Ja	Kat. B		

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
1	Breite 0,85 m
2	Breite 0,85 m

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand $e = 0.85$ m multipliziert.

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 108 kg mit $\gamma = 78.50$ kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{11} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{F,sup}$ oder $\gamma_{F,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

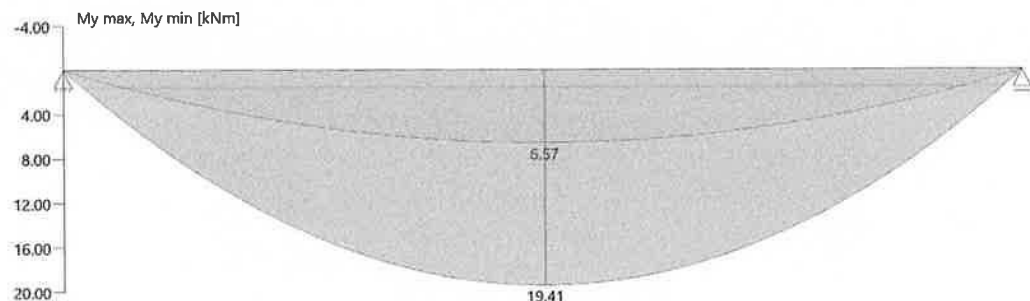
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.50	0.70	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.88

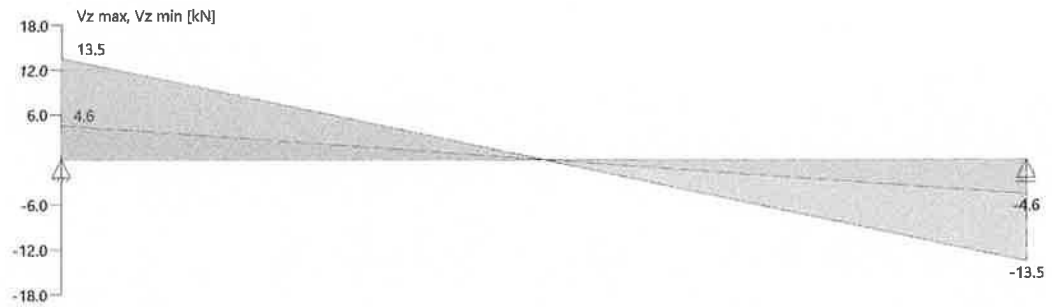
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	13.5	0.09	0.00	0.00	0.09	1
	2.88	1	0.0	0.00	19.41	0.50	0.50	1
	5.75	1	-13.5	0.09	0.00	0.00	0.09	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
2.88	1	0.0	19.41	6.54	0.70	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normkraft (Gl. 6.54)

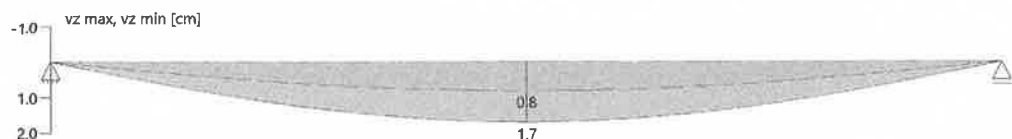
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.70$$

$M_{y,Ed}$	=	19.41	kNm
M_{cr}	=	47.09	kNm
λ_{lt}	=	0.91	
χ_{lt}	=	0.78	
$M_{y,Rd}$	=	39.18	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis für Lk 1 bei x = 2.88 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.88	0.0	1.7	1.7	0.34	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,S}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.88	5.75	0.00	5.75	0.8	1.7	1.9	0.88	3

Feld	: Bezeichnung
x	: Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff}	: effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$	: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$	: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,S}$	: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$	: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$	: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
η	: größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk	: Lastfallkombination

Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig Kat. B: Bürogebäude	5.38	5.38 5.75		
2	5.75	ständig Kat. B: Bürogebäude	5.38	5.38 5.75		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	15.89 5.38	
2	5.75	Lk 1 Lk 2	15.89 5.38	

Anschluss an Randträger 1.06.5 (1.06.6 analog)

$$V_{z,d} = 15,89 \cdot 0,85$$

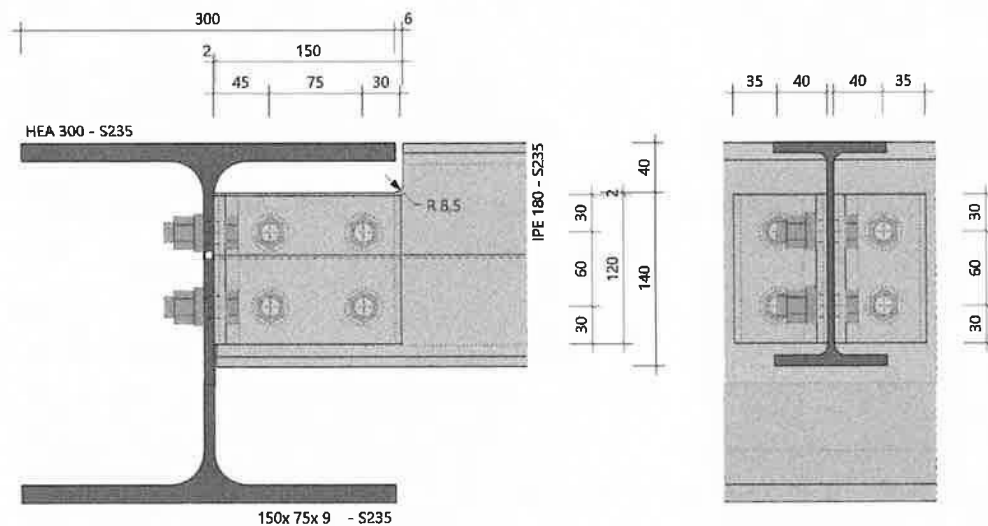
$$= 13,51 \text{ kN}$$

Nachweis mit $V_{z,d} = 25 \text{ kN}$

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 2 x M16 + 4 x M16

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b_0 mm	h_{steg} mm	t_0 mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Hauptträger	HEA 300	290	300	208	14	9	27	300	14
Nebenträger	IPE 180	180	91	146	8	5	9	91	8
Nebenträger	Ausklinkung	140				5	9	91	8

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	0	2	

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h_0 mm	Radius Brennschnitt r mm
oben, mit Brennschnitt	40	150	140	8.5

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	Querschnitt			
					h mm	b mm	ts mm	r mm
150x 75x 9	nach Vorgabe	2	an Nebenträger	120	150	75	9	10

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d ₀ mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
35	40	30	60	30

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
45	75	30	30	60	30

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	25.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yvd} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
12.5	18.0	0.50	10.4	6.3	8.3

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Hauptträger											
		e1	p1	e2	p2	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	6.3	132	60	54	-	0.86	2.50	84.3	0.07	1.00	2.50	97.9	0.06
horz.(x)	8.3	54	-	132	60	-	-	-	-	1.00	2.50	97.9	0.09

Richtung	V _a kN	Winkel											
		e1	p1	e2	p2	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	6.3	30	60	35	-	0.86	2.50	89.3	0.07	0.56	2.50	57.6	0.11
horz.(x)	8.3	35	-	30	60	-	-	-	-	0.65	2.50	67.2	0.12

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
10.4	0.60	30.1	0.35

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yvd} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
25.0	92.3	2.06	16.1	14.6	6.7

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Nebenträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	14.6	32	60	43	75	0.86	2.50	52.6	0.28	0.59	2.50	36.2	0.40
horz.(x)	6.7	43	75	32	60	1.00	2.50	61.1	0.11	0.80	2.50	48.6	0.14

Richtung	V _a kN	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	14.6	30	60	30	75	0.86	2.50	178.6	0.08	0.56	2.50	115.2	0.13
horz.(x)	6.7	30	75	30	60	1.00	2.50	207.4	0.03	0.56	2.50	115.2	0.06

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
16.1	0.60	60.3	0.27

Blockversagen

Bauteil	A _{nv} cm ²	A _{nt} cm ²	V _{eff,2,Rd} kN	η
Nebenträger	3.4	4.8	116.2	0.22
Winkel	5.7	7.0	178.0	0.07

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (T - unten)				Schnittgrößen			Tragfähigkeit						
h	t _s	A	S _y	I _y	V _z	eM _y	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
140	5	14.6	27.8	279.5	25.0	152	-3.80	235.0	135.7	139.2	44.8	139.2	0.59

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt				Schnittgrößen			Tragfähigkeit						
h	b	A	S _y	I _y	V _z	eM _y	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
120	9	10.8	16.2	129.6	12.5	83	-1.03	235.0	135.7	-47.7	17.4	47.7	0.20

1.06.2.1.1 Deckenträger IPE220

Lastzusammenstellung siehe 1.06!

gewählt: **IPE220 L= 5650mm**
S235
Hauptträgeranschluss mit verschraubten Winkelprofilen

Belastung
aus Deckenebene
Nachweis mit Lasteinflussbreiten

$$e = 0,85/2 = 0,42 \text{ m}$$

$$g_{De1} = 1,65 \cdot e = 0,69 \text{ kN/m}$$

$$q_{De1} = 2,0 \cdot e = 0,84 \text{ kN/m}$$

Einzellast aus Pos. 2.07.2, $G_{2.07.2} = 4,62 \text{ kN}$

Einzellast aus Pos. 2.07.3, $G_{2.07.3} = 4,74 \text{ kN}$

aus Trennwand 2.OG

$$g_{TW} = 0,8 \cdot 3,6 = 2,88 \text{ kN/m}$$

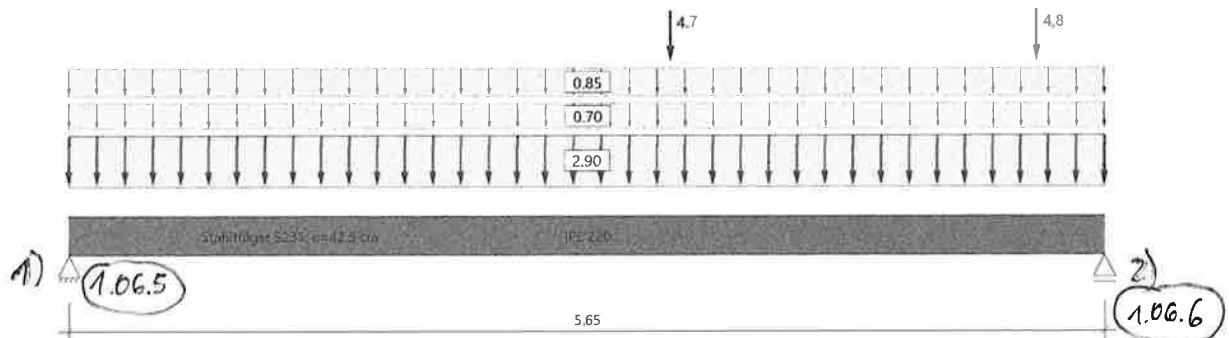
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger (e = 42.5 cm), DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 220	2772	205	252	37	33.4
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

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	0.0	0.0
2	5.65	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	3.28	4.7 kN	ständig		
	2	kraft	5.28	4.8 kN	ständig		

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	2.07.2
2	2.07.8

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	GL		5.65		2.90		Nein	ständig		

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
----	-------------

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m²]	W2 [kN/m²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	4	GL		5.65		1.65		Nein	ständig		
	5	GL		5.65		2.00		Ja	Kat. B		

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
4	Breite 0,43 m
5	Breite 0,43 m

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand $e = 0.43$ m multipliziert.

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 148 kg mit $\gamma = 78.50$ kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50

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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/$ 150
		Felder $l_{eff}/$ 300

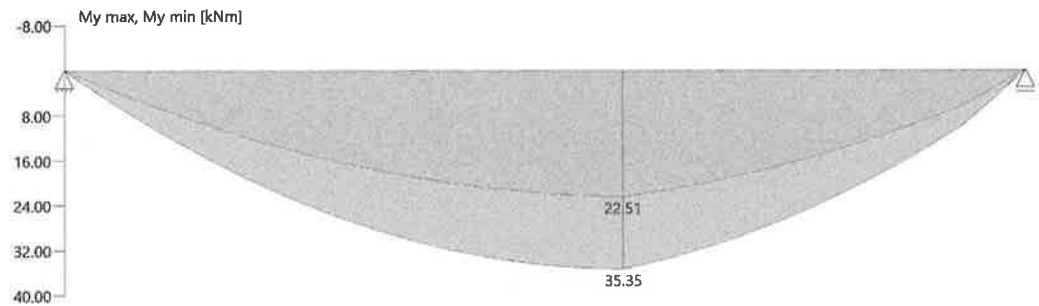
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	ηQ_s	η_{Stab}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.53	0.70	0.76

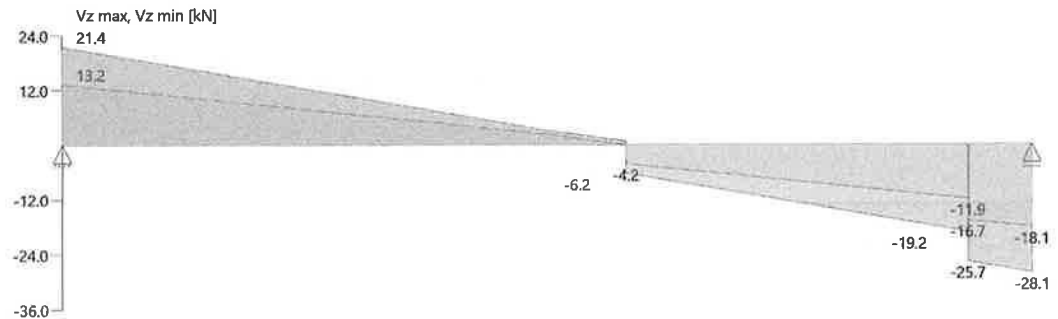
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkraften



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1.00$

Feld	x [m]	QkI	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	21.4	0.10	0.00	0.00	0.10	1
	3.28	1	0.1	0.00	35.35	0.53	0.53	1
	3.28	1	-6.2	0.03	35.35	0.53	0.53	1
	5.28	1	-19.2	0.09	9.94	0.15	0.15	1
	5.28	1	-25.7	0.12	9.94	0.15	0.15	1
	5.65	1	-28.1	0.13	0.00	0.00	0.13	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	QkI	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
3.28	1	0.0	35.35	6.54	0.70	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{it} * M_{y,Rd}) = 0.70$

$M_{y,Ed}$	=	35.35	kNm
M_{cr}	=	107.51	kNm
λ_{it}	=	0.79	
χ_{it}	=	0.82	
$M_{y,Rd}$	=	67.24	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis für Lk 1 bei $x = 3.28$ m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.97	0.0	1.4	1.4	0.29	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,s}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.97	5.65	0.00	5.65	1.2	1.4	1.9	0.76	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,s}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. B: Bürogebäude	31.06	<u>31.06</u> 5.65		
2	5.65	ständig Kat. B: Bürogebäude	42.66	<u>42.66</u> 5.65		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	50.40 31.06	
2	5.65	Lk 1 Lk 2	<u>66.06</u> 42.66	

Anschluss an Randträger 1.06.5 (1.06.6 analog)

$$V_{z,d} = 66,06 \cdot 0,43$$

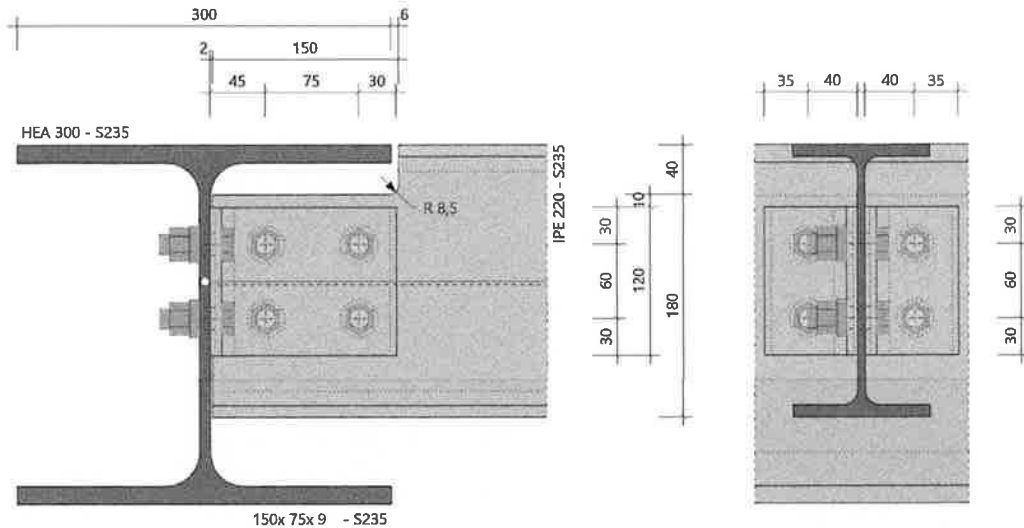
$$= 28,41 \text{ kN}$$

Anschluss mit 2x Winkel L150x75x9, verschraubt mit M16

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 2 x M16 + 4 x M16

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b _o mm	h _{steg} mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger	HEA 300	290	300	208	14	9	27	300	14
Nebenträger	IPE 220	220	110	178	9	6	12	110	9
Nebenträger	Ausklüpfung	180				6	12	110	9

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	0	2	

Ausklüpfung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _a mm	Radius Brennschnitt r mm
oben, mit Brennschnitt	40	150	180	8.5

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	h mm	b mm	t _s mm	r mm
150x 75x 9	nach Vorgabe	10	an Nebenträger	120	150	75	9	10

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d ₀ mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e _{2,1} mm	e _{2,2} mm	e _{1,1} mm	p ₁ mm	e _{1,2} mm
35	40	30	60	30

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
45	75	30	30	60	30

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	30.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
15.0	18.0	0.60	12.5	7.5	10.0

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a	Hauptträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	7.5	140	60	54	-	0.86	2.50	84.3	0.09	1.00	2.50	97.9	0.08
horz.(x)	10.0	54	-	140	60	-	-	-	-	1.00	2.50	97.9	0.10

Richtung	V _a	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	7.5	30	60	35	-	0.86	2.50	89.3	0.08	0.56	2.50	57.6	0.13
horz.(x)	10.0	35	-	30	60	-	-	-	-	0.65	2.50	67.2	0.15

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
12.5	0.60	30.1	0.41

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
30.0	92.3	2.48	19.3	17.6	8.0

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Nebenträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	17.6	40	60	43	75	0.86	2.50	58.5	0.30	0.74	2.50	50.3	0.35
horz.(x)	8.0	43	75	40	60	1.00	2.50	68.0	0.12	0.80	2.50	54.1	0.15

Richtung	V _a kN	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	17.6	30	60	30	75	0.86	2.50	178.6	0.10	0.56	2.50	115.2	0.15
horz.(x)	8.0	30	75	30	60	1.00	2.50	207.4	0.04	0.56	2.50	115.2	0.07

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
19.3	0.60	60.3	0.32

Blockversagen

Bauteil	A _{nv} cm ²	A _{nt} cm ²	V _{eff,2,Rd} kN	η
Nebenträger	4.3	5.4	135.7	0.22
Winkel	5.7	7.0	178.0	0.08

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (T - unten)					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h mm	t _s mm	A cm ²	S _y cm ³	I _y cm ⁴	V _z kN	eM _y mm	M _y kNm	σ _{Rd} N/mm ²	τ _{Rd} N/mm ²	σ _d N/mm ²	τ _d N/mm ²	σ _{d,v} N/mm ²	η
180	6	20.8	51.1	663.2	30.0	152	-4.56	235.0	135.7	90.5	37.3	90.5	0.39

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h mm	b mm	A cm ²	S _y cm ³	I _y cm ⁴	V _z kN	eM _y mm	M _y kNm	σ _{Rd} N/mm ²	τ _{Rd} N/mm ²	σ _d N/mm ²	τ _d N/mm ²	σ _{d,v} N/mm ²	η
120	9	10.8	16.2	129.6	15.0	83	-1.24	235.0	135.7	-57.3	20.8	57.3	0.24

1.06.2.2 Deckenträger IPE240

Die Deckenträger spannen zwischen zwei deckengleichen Hauptträgern über eine Länge von etwa 7,5m. Der Trägerachsabstand ist maximal 0,90m. Die Profile werden gegen kippen durch Querprofile gesichert.

gewählt: **IPE240 L= 7500mm, 235**

Belastung
aus Deckenebene
mit Lasteinflussbreiten
 $e =$

$$2 \cdot 0,90/2 = 0,90 \text{ m}$$

$$g_{De1} = 1,65 \cdot e = 1,49 \text{ kN/m}$$

$$q_{De1} = 2,0 \cdot e = 1,80 \text{ kN/m}$$

aus Trennwand Flur 2.OG

$$G_{TW} = 0,8 \cdot 3,6 \cdot e = 2,59 \text{ kN}$$

Nachweise

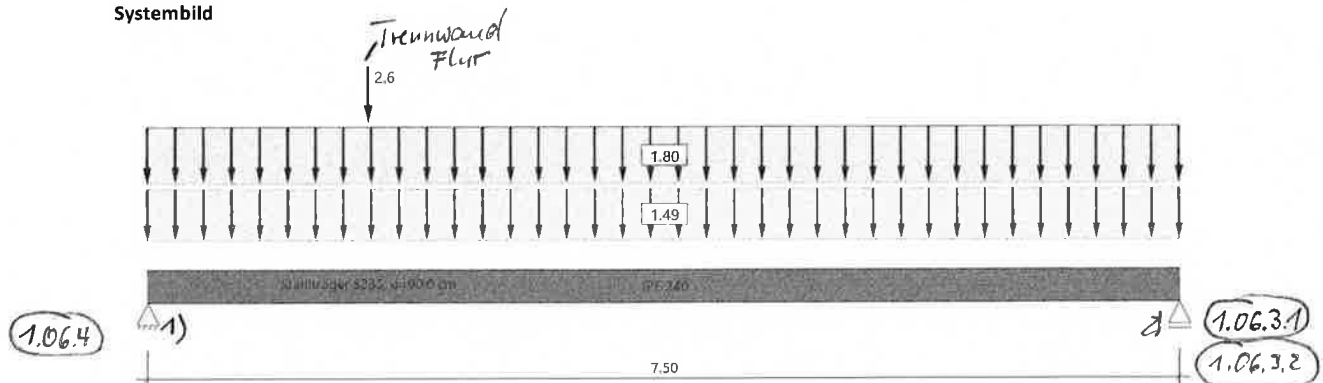
Grundparameter

Stahlträger ($e = 90,0 \text{ cm}$), DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 240	3892	284	324	47	39.1

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	1.60	2.6 kN	ständig		
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
----	-------------

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m²]	W2 [kN/m²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	2	GL		7.50		1.65		Nein	ständig Kat. B		
	3	GL		7.50		2.00		Ja			
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
2	Breite 0,90 m
3	Breite 0,90 m
Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.90 m multipliziert.	

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 230 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{f,inf}$	$\gamma_{f,sup}$
ständig Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{f1} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_f ($\gamma_{f,sup}$ oder $\gamma_{f,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

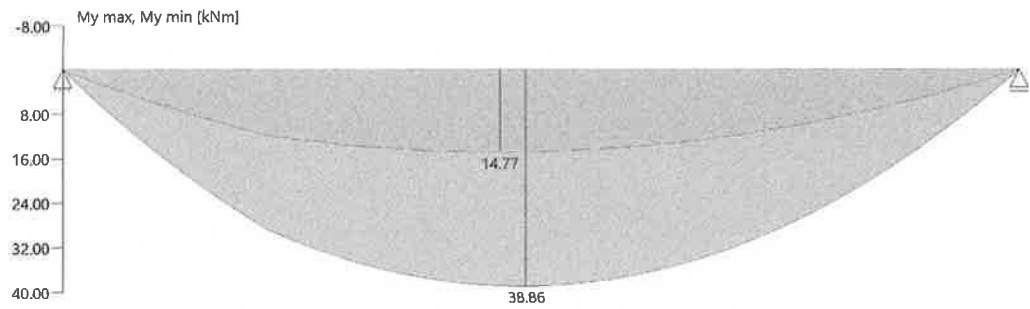
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.45	0.67	0.79

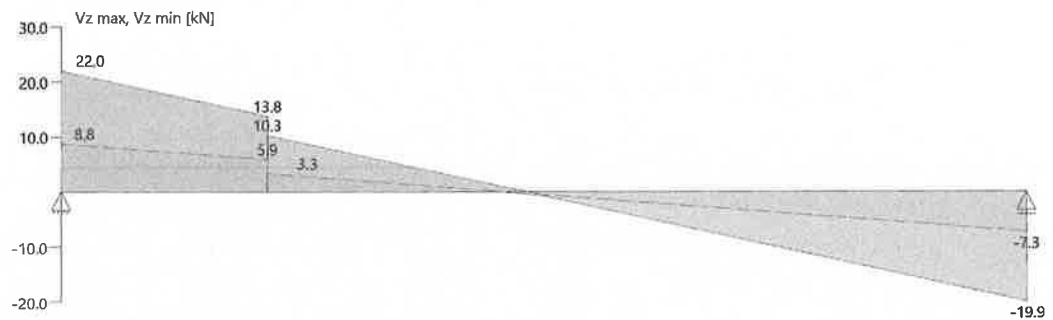
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qk	Vz,Ed [kN]	η_{Vz}	M _{y,Ed} [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	22.0	0.08	0.00	0.00	0.08	1
	1.60	1	13.8	0.05	28.58	0.33	0.33	1
	1.60	1	10.3	0.04	28.58	0.33	0.33	1
	3.60	1	0.0	0.00	38.86	0.45	0.45	1
	7.50	1	-19.9	0.08	0.00	0.00	0.08	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qk	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	GI	η	Lfk
3.61	1	0.0	38.86	6.54	0.67	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) = 0.67$

$$\begin{aligned}
 M_{y,Ed} &= 38.86 \text{ kNm} \\
 M_{cr} &= 98.49 \text{ kNm} \\
 \lambda_{lt} &= 0.94 \\
 \chi_{lt} &= 0.74 \\
 M_{y,Rd} &= 86.45 \text{ kNm} \\
 \gamma_{M1} &= 1.10
 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 3.61 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.60	0.0	2.0	2.0	0.40	3

Verformungsnachweis - Relativverformung $\ln z f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.60	7.50	0.00	7.50	1.1	2.0	2.5	0.79	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastkombination

Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig Kat. B: Bürogebäude	9.74	9.74 7.50		
2	7.50	ständig Kat. B: Bürogebäude	8.08	8.08 7.50		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	24.40 9.74	
2	7.50	Lk 1 Lk 2	22.16 8.08	

Aufl. 1, Anschluss an Pos. 1.06.4

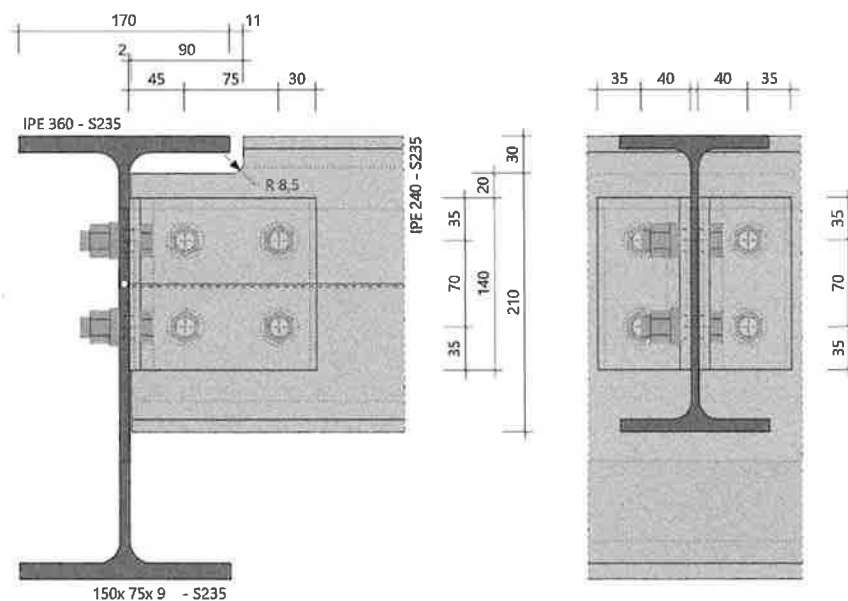
$$V_{z,d} = 24,40 \cdot 0,9 = 21,96 \text{ kN}$$

Nachweis mit IPE 360, $V_{z,d} = 30 \text{ kN}$

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 2 x M16 + 4 x M16

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b _a mm	h _{steg} mm	t _e mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger	IPE 360	360	170	299	13	8	18	170	13
Nebenträger	IPE 240	240	120	190	10	6	15	120	10
Nebenträger	Ausklüfung	210				6	15	120	10

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	0	2	

Ausklüfung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _a mm	Radius Brennschnitt r mm
oben, mit Brennschnitt	30	90	210	8.5

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	h mm	b mm	t _s mm	r mm
150x 75x 9	nach Vorgabe	20	an Nebenträger	140	150	75	9	10

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d ₀ mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
35	40	35	70	35

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
45	75	30	35	70	35

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	30.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
15.0	24.5	0.60	11.4	7.5	8.6

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Hauptträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	7.5	155	70	54	-	1.00	2.50	92.2	0.08	1.00	2.50	92.2	0.08
horz.(x)	8.6	54	-	155	70	-	-	-	-	1.00	2.50	92.2	0.09

Richtung	V _a kN	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	7.5	35	70	35	-	1.00	2.50	103.7	0.07	0.65	2.50	67.2	0.11
horz.(x)	8.6	35	-	35	70	-	-	-	-	0.65	2.50	67.2	0.13

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
11.4	0.60	30.1	0.38

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
30.0	105.3	2.48	18.3	16.3	8.2

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Nebenträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	16.3	55	70	43	75	1.00	2.50	71.4	0.23	1.00	2.50	71.4	0.23
horz.(x)	8.2	43	75	55	70	1.00	2.50	71.4	0.12	0.80	2.50	56.9	0.14

Richtung	V _a kN	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	16.3	35	70	30	75	1.00	2.50	207.4	0.08	0.65	2.50	134.4	0.12
horz.(x)	8.2	30	75	35	70	1.00	2.50	207.4	0.04	0.56	2.50	115.2	0.07

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
18.3	0.60	60.3	0.30

Blockversagen

Bauteil	A _{nv} cm ²	A _{nt} cm ²	V _{eff,2,Rd} kN	η
Nebenträger	6.1	5.6	163.7	0.18
Winkel	7.0	7.0	196.3	0.08

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (T - unten)				Schnittgrößen			Tragfähigkeit						
h	t _s	A	S _y	I _y	V _z	eM _y	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
210	6	25.1	72.5	1100.7	30.0	92	-2.76	235.0	135.7	38.4	30.2	52.9	0.23

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt				Schnittgrößen			Tragfähigkeit						
h	b	A	S _y	I _y	V _z	eM _y	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
140	9	12.6	22.0	205.8	15.0	83	-1.24	235.0	135.7	-42.1	17.9	42.1	0.18

Aufl. 2, Anschluss an Randträger 1.06.3.1/ 1.06.3.2

$V_{z,d} = 22,16 \cdot 0,9$

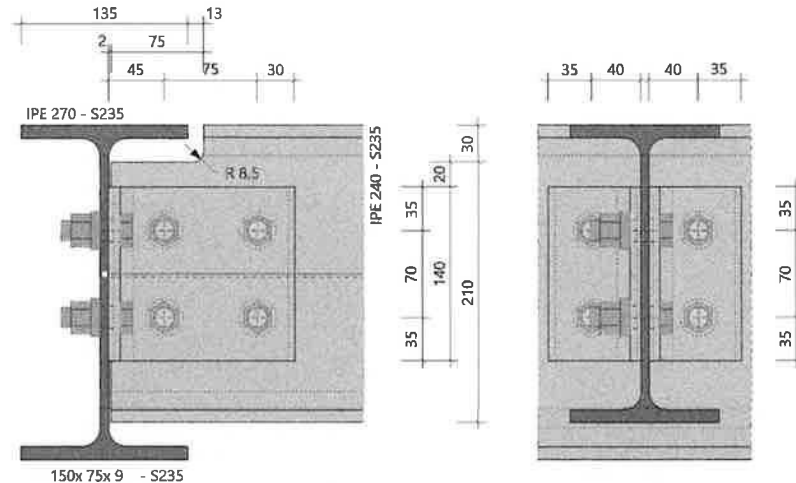
= 19,94 kN

Nachweis mit $V_{z,d} = 30 \text{ kN}$

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 2 x M16 + 4 x M16

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b _o mm	h _{steg} mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger	IPE 270	270	135	220	10	7	15	135	10
Nebenträger	IPE 240	240	120	190	10	6	15	120	10
Nebenträger	Ausklinkung	210				6	15	120	10

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	0	2	

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _a mm	Radius Brennschnitt r mm
oben, mit Brennschnitt	30	75	210	8.5

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	h mm	b mm	t _s mm	r mm
150x 75x 9	nach Vorgabe	20	an Nebenträger	140	150	75	9	10

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d _o mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
35	40	35	70	35

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
45	75	30	35	70	35

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	30.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
15.0	24.5	0.60	11.4	7.5	8.6

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a	Hauptträger											
		e1	p1	e2	p2	Mitte				Rand			
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	7.5	155	70	54	-	1.00	2.50	76.0	0.10	1.00	2.50	76.0	0.10
horz.(x)	8.6	54	-	155	70	-	-	-	-	1.00	2.50	76.0	0.11

Richtung	V _a	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	7.5	35	70	35	-	1.00	2.50	103.7	0.07	0.65	2.50	67.2	0.11
horz.(x)	8.6	35	-	35	70	-	-	-	-	0.65	2.50	67.2	0.13

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
11.4	0.60	30.1	0.38

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
30.0	105.3	2.48	18.3	16.3	8.2

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a	Nebenträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	16.3	55	70	43	75	1.00	2.50	71.4	0.23	1.00	2.50	71.4	0.23
horz.(x)	8.2	43	75	55	70	1.00	2.50	71.4	0.12	0.80	2.50	56.9	0.14

Richtung	V _a	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	16.3	35	70	30	75	1.00	2.50	207.4	0.08	0.65	2.50	134.4	0.12
horz.(x)	8.2	30	75	35	70	1.00	2.50	207.4	0.04	0.56	2.50	115.2	0.07

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
18.3	0.60	60.3	0.30

Blockversagen

Bauteil	A_{nv} cm ²	A_{nt} cm ²	$V_{eff,2,Rd}$ kN	η
Nebenträger	6.1	5.6	163.7	0.18
Winkel	7.0	7.0	196.3	0.08

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (T - unten)				Schnittgrößen				Tragfähigkeit					
h	t _s	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,v}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
210	6	25.1	72.5	1100.7	30.0	77	-2.31	235.0	135.7	32.1	30.2	52.8	0.22

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	b	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,v}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
140	9	12.6	22.0	205.8	15.0	83	-1.24	235.0	135.7	-42.1	17.9	42.1	0.18

1.06.2.2.1 Deckenträger IPE160

gewählt: **IPE160 L= 3000mm**
S235
Trägeranschluss mit verschraubten Winkelprofilen

Belastung

aus Deckenebene

mit Lasteinflussbreite $e = 2 \cdot 0,7/2 = 0,70 \text{ m}$
 $g_{De} = 1,65 \cdot e = 1,16 \text{ kN/m}$
 $q_{De} = 2,0 \cdot e = 1,40 \text{ kN/m}$

aus Trennwand

$G_{TW} = 0,8 \cdot 3,6 \cdot e = 2,02 \text{ kN}$

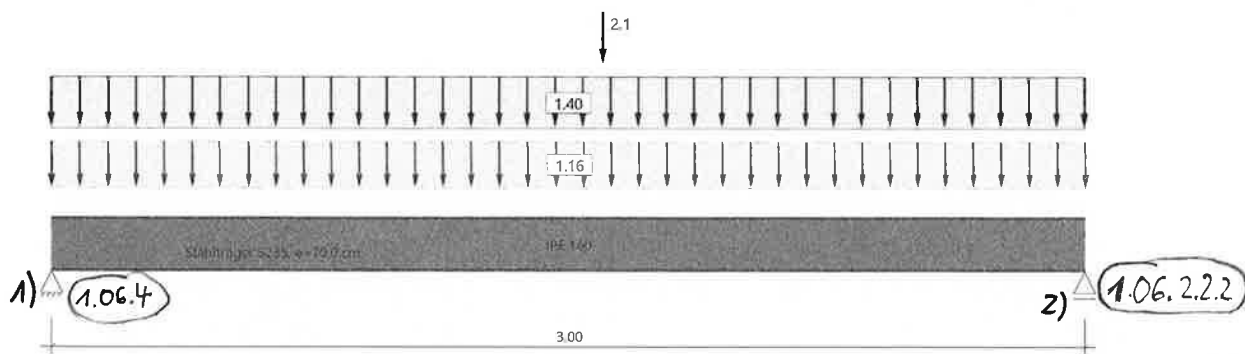
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger ($e = 70.0 \text{ cm}$), DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$ $G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ $\mu = 0.30$
 $\beta_w = 0.80$
 Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$ $f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
 Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$ $f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 160	869	68	109	17	20.1
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W [kN]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	1.60	2.1 kN	ständig		
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
----	-------------

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m²]	W2 [kN/m²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	2	GL		3.00		1.65		Nein	ständig Kat. B		
	3	GL		3.00		2.00		Ja			
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
2	Breite 0,70 m
3	Breite 0,70 m
Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.70 m multipliziert.	

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 47 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{f,inf}$	$\gamma_{f,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_f ($\gamma_{f,sup}$ oder $\gamma_{f,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

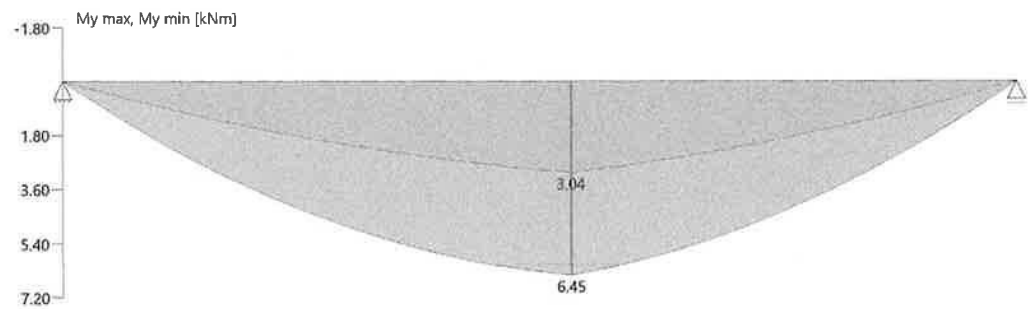
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.22	0.26	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.22

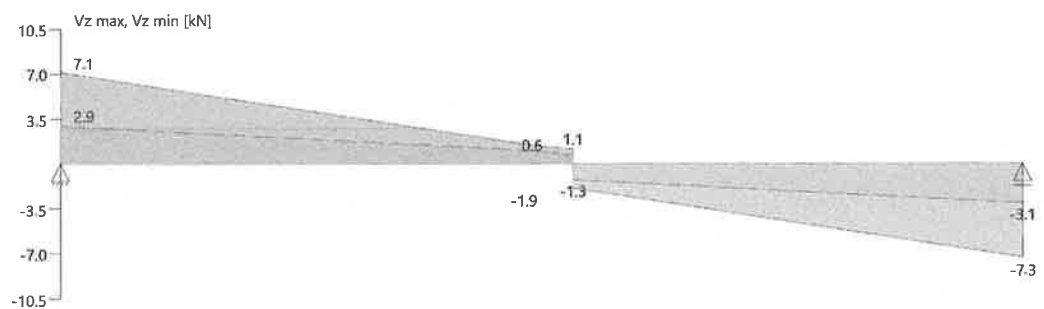
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	QkI	Vz,Ed [kN]	η_{Vz}	M _{y,Ed} [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	7.1	0.05	0.00	0.00	0.05	1
	1.60	1	0.9	0.01	6.45	0.22	0.22	1
	1.60	1	-1.9	0.01	6.45	0.22	0.22	1
	3.00	1	-7.3	0.06	0.00	0.00	0.06	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	QkI	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	GI	η	Lfk
1.60	1	0.0	6.45	6.54	0.26	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normkraft (Gl. 6.54)

$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.26$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 6.45 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 87.25 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.58 \\ \chi_{lt} &= 0.93 \\ M_{y,Rd} &= 29.17 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 1.60 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.58	0.0	0.2	0.2	0.04	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.58	3.00	0.00	3.00	0.1	0.2	1.0	0.22	3

Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate x der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

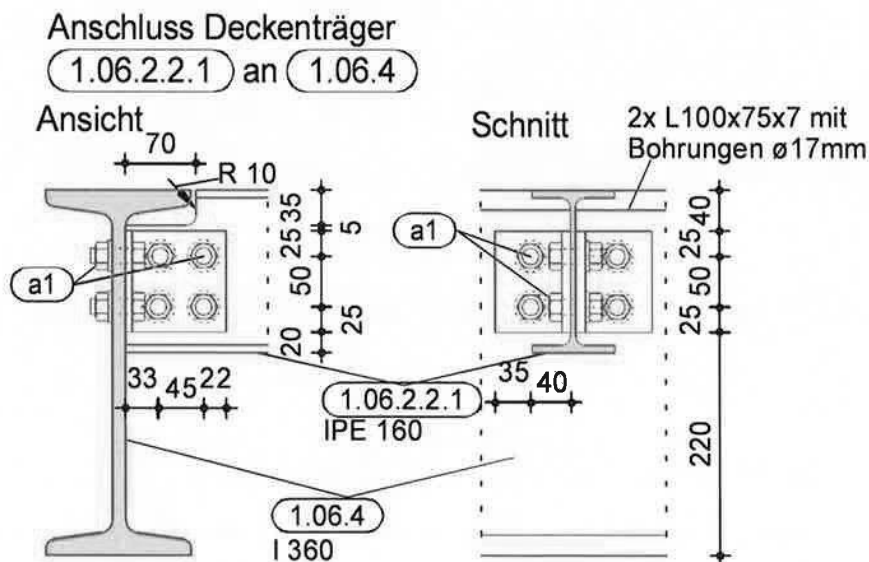
Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

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 Kat. B: Bürogebäude	4.21	4.21 3.00		
2	3.00	ständig Kat. B: Bürogebäude	4.41	4.41 3.00		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	10.19 4.21	
2	3.00	Lk 1 Lk 2	10.46 4.41	

**Aufl. 1, Anschluss an Randträger 1.06.4,
 Geometrie:**



Nachweis wie Anschluss Aufl. 2

Aufl. 2, Anschluss an Wechsel 1.06.2.2.2

$$V_{z,d} = 10,46 \cdot 0,7$$

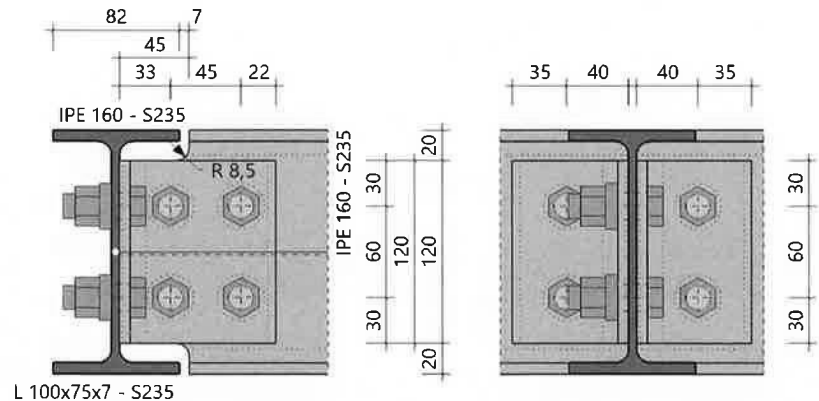
$$= 7,32 \text{ kN}$$

Nachweis mit $V_{z,d} = 15 \text{ kN}$

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 2 x M16 + 4 x M16

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b _o mm	h _{steg} mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger	IPE 160	160	82	127	7	5	9	82	7
Nebenträger	Ausklinkung	120		127		5			

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger	horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger
Anordnung	Spaltmaß mm
mittig (Systemachsen)	0

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Höhe unten eT2 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _a mm	Radius Brennschnitt r mm
beidseitig, mit Brennschnitt	20	20	45	120	8.5

Winkel

Name	Lage	Anordnung Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	h mm	b mm	t _s mm	r mm
L 100x75x7	nach Vorgabe	0	an Nebenträger	120	100	75	7	10

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d _o mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand e2,1 mm	e2,2 mm	längs - Schraubenabstände in der Reihe e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
35	40	30	60	30

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe			
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm	
33	45	22	30	60	30	

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	15.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{VV,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
7.5	18.0	0.30	6.3	3.8	5.0

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a	Hauptträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte	Rand						
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	3.8	110	60	54	-	0.86	2.50	49.6	0.08	1.00	2.50	57.6	0.07
horz.(x)	5.0	54	-	110	60	-	-	-	-	1.00	2.50	57.6	0.09

Richtung	V _a	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte	Rand						
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	3.8	30	60	35	-	0.86	2.50	69.4	0.05	0.56	2.50	44.8	0.08
horz.(x)	5.0	35	-	30	60	-	-	-	-	0.65	2.50	52.3	0.10

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
6.3	0.60	30.1	0.21

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{VV,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
15.0	56.3	0.83	8.3	7.1	4.4

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a	Nebenträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte	Rand						
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	7.1	30	60	33	45	0.86	1.80	35.7	0.20	0.56	1.80	23.0	0.31
horz.(x)	4.4	33	45	30	60	0.58	2.50	33.6	0.13	0.61	2.50	35.1	0.13

Richtung	V _a	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte	Rand						
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	7.1	30	60	22	45	0.86	1.80	100.0	0.07	0.56	1.74	62.3	0.11
horz.(x)	4.4	22	45	30	60	0.58	2.50	94.1	0.05	0.41	2.50	66.0	0.07

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
8.3	0.60	60.3	0.14

Blockversagen

Bauteil	A_{flv} cm ²	A_{flv} cm ²	$V_{eff,z,Rd}$ kN	η
Nebenträger	3.2	2.5	79.4	0.19
Winkel	4.4	2.8	100.3	0.07

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (Rechteck)				Schnittgrößen				Tragfähigkeit					
h	t _s	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,V}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
120	5	6.0	9.0	72.0	15.0	45	-0.68	235.0	135.7	-56.3	37.5	65.0	0.28

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt				Schnittgrößen				Tragfähigkeit					
h	b	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,v}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
120	7	8.4	12.6	100.8	7.5	55	-0.42	235.0	135.7	-24.7	13.4	24.7	0.11

1.06.2.2.2 Wechselträger IPE160

gewählt: **IPE160 L= 1350mm**
S235
Trägeranschluss mit verschraubten Winkelprofilen

Belastung

aus Pos. 1.06.2.2.1, Aufl. 2

$$G = 4,41 \cdot 0,7 = 3,09 \text{ kN}$$

$$Q = 3,00 \cdot 0,7 = 2,10 \text{ kN}$$

aus Treppenlauf

$$g_{Tr} = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

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

$$l_{Tr} = 3,50 \text{ m}$$

$$\text{Treppenneigung, } \alpha = \text{ATAN}(2,57/3,5) = 36,29^\circ$$

Auflagerkräfte

$$g_{Tr} = g_{Tr} \cdot l_{Tr} / (2 \cdot \cos(\alpha)) = 2,61 \text{ kN/m}$$

$$q_{Tr} = q_{Tr} \cdot l_{Tr} / 2 = 3,50 \text{ kN/m}$$

zum Nachweis angesetzt

$$g_{Tr} = 3,50 \text{ kN/m}$$

$$q_{Tr} = 4,50 \text{ kN/m}$$

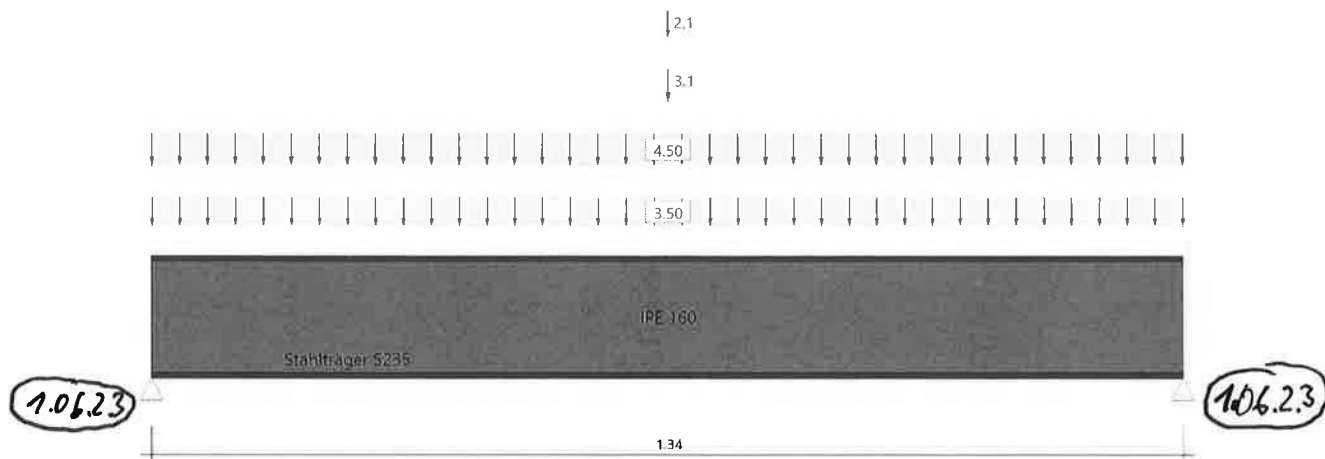
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material S235

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

$$\text{Streckgrenze } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$\text{Zugfestigkeit } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 160	869	68	109	17	20.1
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.34	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	0.67	3.1 kN	ständig		
	2	kraft	0.67	2.1 kN	Kat. B		
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
----	-------------

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	GL		1.34		3.50		Nein	ständig		
	4	GL		1.34		4.50		Ja	Kat. B		
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
3	Treppe
4	Treppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 21 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K _{FI} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

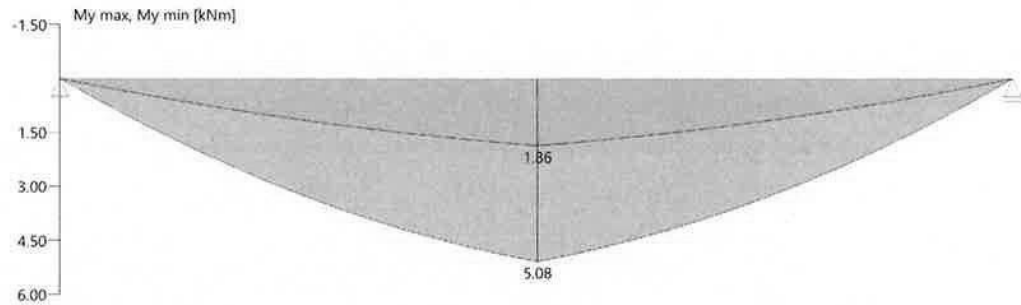
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabf}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.17	0.19	0.07

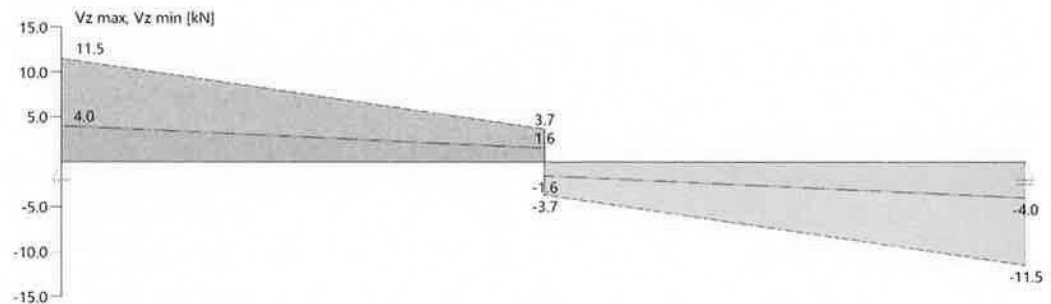
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	11.5	0.09	0.00	0.00	0.09	1
	0.67	1	3.7	0.03	5.08	0.17	0.17	1
	0.67	1	-3.7	0.03	5.08	0.17	0.17	1
	1.34	1	-11.5	0.09	0.00	0.00	0.09	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
0.67	1	0.0	5.08	6.54	0.19	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.19$$

$M_{y,Ed}$	=	5.08	kNm
M_{cr}	=	371.60	kNm
λ_{lt}	=	0.28	
χ_{lt}	=	1.00	
$M_{y,Rd}$	=	29.17	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis für Lk 1 bei x = 0.67 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.67	0.0	0.03	0.03	0.01	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.67	1.34	0.00	1.34	0.02	0.03	0.4	0.07	3

Feld	Bezeichnung
x	Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff}	effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$	Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$	Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$	ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$	Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$	zulässige Verschiebung aus l_{eff}
η	größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk	Lastfallkombination

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 Kat. B: Bürogebäude	4.00	4.00 4.07		
2	1.34	ständig Kat. B: Bürogebäude	4.00	4.00 4.06		

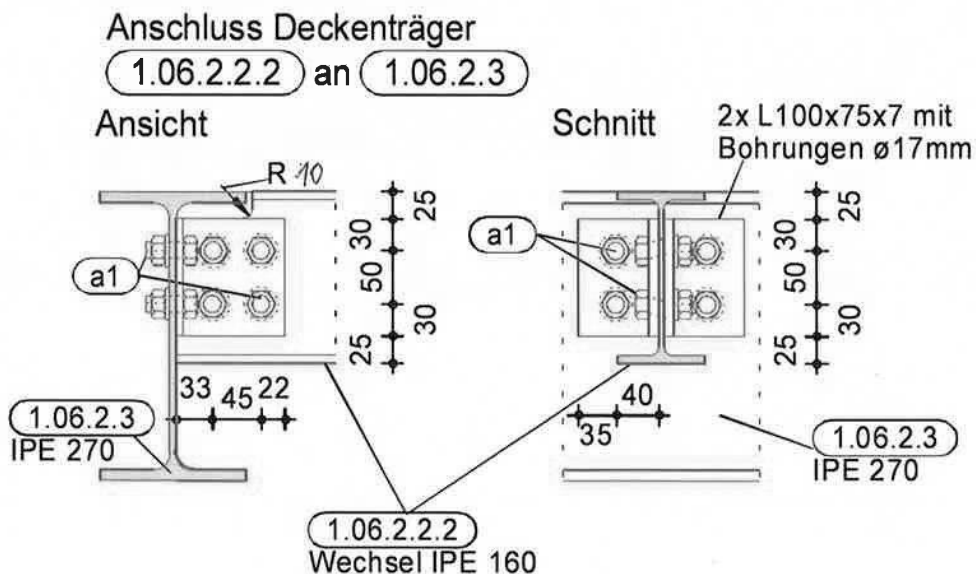
Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	11.50 4.00	
2	1.34	Lk 1 Lk 2	11.50 4.00	

Anschluss an Deckenträger 1.06.2.3

$$V_{z,d} = 11,5 \cdot 1,0 = 11,50 \text{ kN}$$

Nachweis wie Pos. 1.06.2.2.1



1.06.2.3 Deckenträger IPE270

Die Deckenträger spannen zwischen zwei deckengleichen Hauptträgern über eine Länge von etwa 7,5m. Der Träger dient zur Aufnahme der Beanspruchungen aus der Deckenebene dem Wechselträger Pos. 1.06.2.2 sowie der Trennwände. Das Trägerprofil wird durch in Deckenebene verschraubte Querprofile gegen Kippen gesichert. Lastzusammenstellung siehe 1.06!

gewählt: **IPE270 L= 7500mm, 235**

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Belastung

aus Deckenebene

mit Lasteinflussbreiten

Bereich neben Deckenöffnung $e_1 =$

$$0,8/2 = 0,40 \text{ m}$$

Bereich außerhalb Treppenöffnung $e_2 =$

$$(0,68+0,8)/2 = 0,74 \text{ m}$$

$$g_{De1} = 1,65 \cdot e_1$$

$$= 0,66 \text{ kN/m}$$

$$g_{De2} = 1,65 \cdot e_2$$

$$= 1,22 \text{ kN/m}$$

$$q_{De1} = 2,0 \cdot e_1$$

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

$$q_{De2} = 2,0 \cdot e_2$$

$$= 1,48 \text{ kN/m}$$

aus Pos. 1.06.2.2.2, Wechsel

$$G = 4,00 \text{ kN}$$

$$Q = 4,07 \text{ kN}$$

aus Trennwand Flur 2.OG

$$G_{TW} = 0,8 \cdot 3,6 \cdot e_2 = 2,13 \text{ kN}$$

aus Treppenraumseitenwand

über Deckenebene

$$g_{TW1} = 0,8 \cdot 2,70 = 2,16 \text{ kN/m}$$

aus Stütze in Ebene 3, Pos. 2.07.3

$$G_{2.07.3} = 4,74 \text{ kN}$$

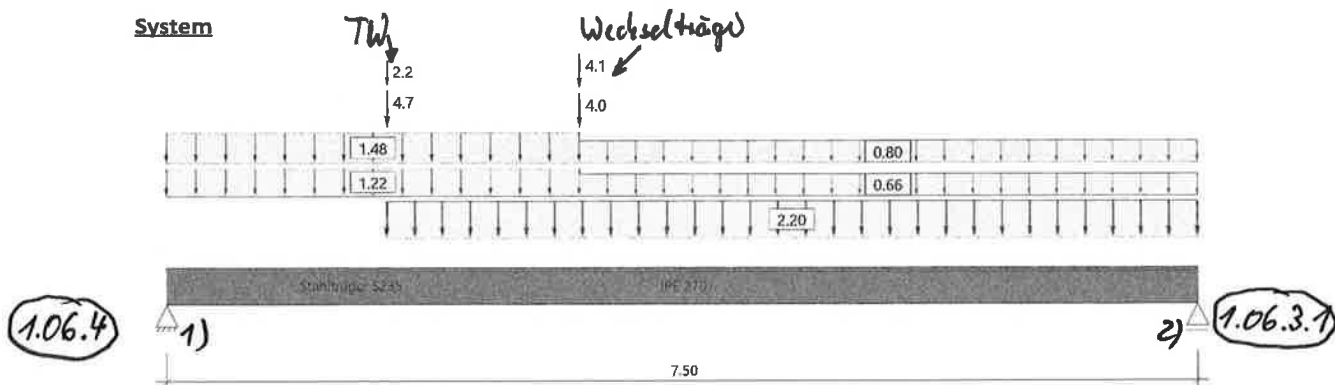
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$

Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 270	5790	420	429	62	45.9

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	1.60	2.2 kN	ständig		
	2	kraft	3.00	4.0 kN	ständig		
	3	kraft	3.00	4.1 kN	Kat. B		
	4	kraft	1.60	4.7 kN	ständig		

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	G_TW
2	1.06.2.2.2
3	1.06.2.2.2
4	2.07.3

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	5	TL		3.00		1.22	1.22	Nein	ständig		
	6	TL	3.00	4.50		0.66	0.66	Nein	ständig		
	7	TL		3.00		1.48	1.48	Ja	Kat. B		
	8	TL	3.00	4.50		0.80	0.80	Ja	Kat. B		
	9	TL	1.60	5.90		2.20	2.20	Nein	ständig		
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	Decke
6	Decke
7	Decke
8	Decke
9	g_TW

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 270 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

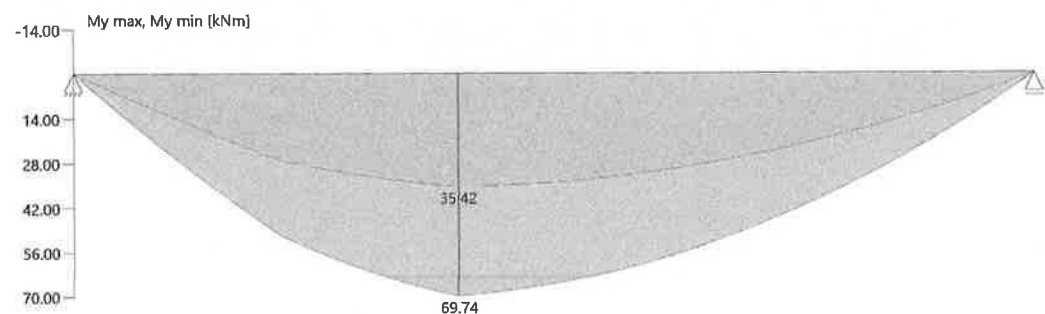
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabl}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.61	0.87	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.91

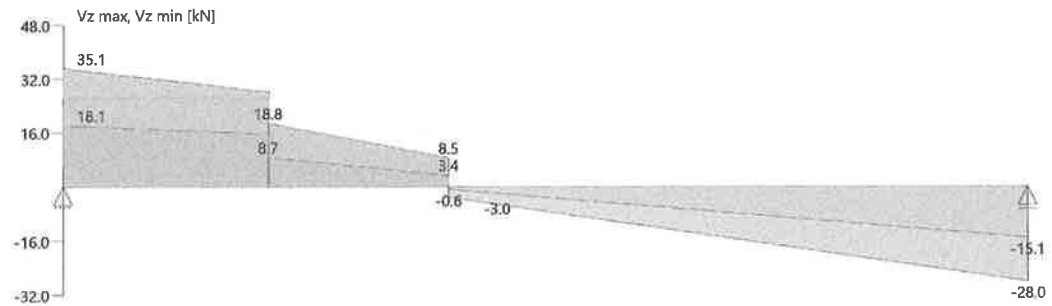
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	35.1	0.12	0.00	0.00	0.12	1
	1.60	1	28.2	0.09	50.62	0.44	0.44	1
	1.60	1	18.8	0.06	50.62	0.44	0.44	1
	3.00	1	8.5	0.03	69.74	0.61	0.61	1
	3.00	1	-3.0	0.01	69.74	0.61	0.61	1
	7.50	1	-28.0	0.09	0.00	0.00	0.09	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
3.00	1	0.0	69.74	6.54	0.87	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

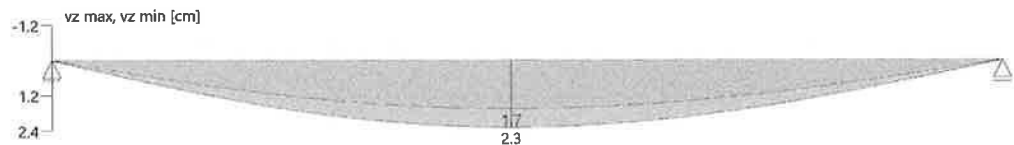
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.87$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 69.74 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 150.26 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.87 \\ \chi_{lt} &= 0.78 \\ M_{y,Rd} &= 114.06 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 3.00 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.55	0.0	2.3	2.3	0.46	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.55	7.50	0.00	7.50	1.7	2.3	2.5	0.91	3

Feld Bezeichnung
 x Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$ Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$ Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$ ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$ Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$ zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk Lastfallkombination

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 Kat. B: Bürogebäude	18.14	18.14 7.09		
2	7.50	ständig Kat. B: Bürogebäude	15.12	15.12 5.05		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	35.12 18.14	
2	7.50	Lk 1 Lk 2	27.98 15.12	

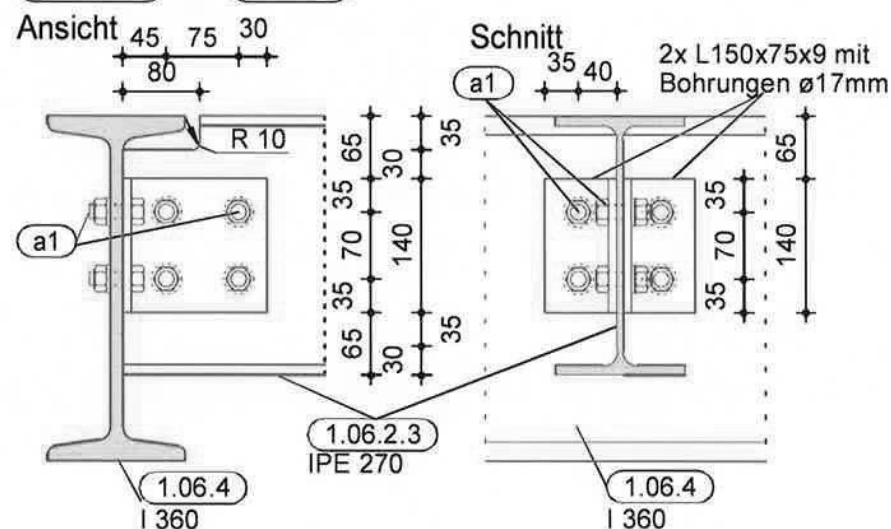
Aufl. 1, Anschluss an Randträger 1.06.4

$V_{z,d} = 35,12 \text{ kN}$

Nachweis wie Aufl. 2

Anschluss Deckenträger

1.06.2.3 an 1.06.4



Aufl. 2, Anschluss an Randträger 1.06.3.1

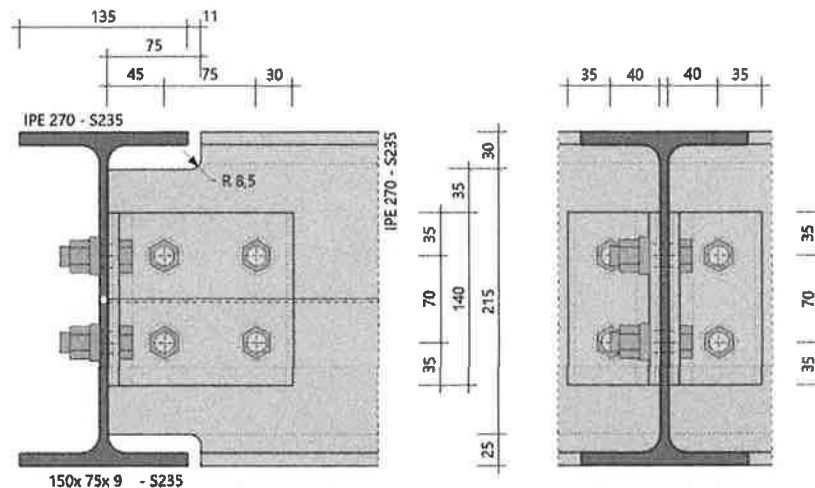
$V_{z,d} = 27,98 \text{ kN}$

Nachweis mit $V_{z,d} = 40 \text{ kN}$

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 2 x M16 + 4 x M16

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b _o mm	h _{stag} mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger	IPE 270	270	135	220	10	7	15	135	10
Nebenträger	Ausklung	215		220		7			

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	0	0	

Ausklung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Höhe unten eT2 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _a mm	Radius Brennschnitt r mm
beidseitig, mit Brennschnitt	30	25	75	215	8.5

Winkel

Name	Lage	Anordnung		langer Schenkel	Länge l mm	Abmessungen Querschnitt			
		Abstand uw mm				h mm	b mm	t _s mm	r mm
150x 75x 9	nach Vorgabe	35		an Nebenträger	140	150	75	9	10

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d _o mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe			
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm	
35	40	35	70	35	

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
45	75	30	35	70	35

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	40.0

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ _{MD}	γ _{MI}	γ _{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{VV,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
20.0	24.5	0.80	15.2	10.0	11.4

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Hauptträger										Rand			
		e1 mm	p1 mm	e2 mm	p2 mm	Mitte		F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1
vert.(z)	10.0	170	70	54	70	1.00	2.50	76.0	0.13	1.00	2.50	76.0	0.13	1.00	2.50
horz.(x)	11.4	54	-	170	-	-	-	-	-	1.00	2.50	76.0	0.15	1.00	2.50

Richtung	V _a kN	Winkel										Rand			
		e1 mm	p1 mm	e2 mm	p2 mm	Mitte		F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1
vert.(z)	10.0	35	70	35	-	1.00	2.50	103.7	0.10	0.65	2.50	67.2	0.15	0.65	2.50
horz.(x)	11.4	35	-	35	70	-	-	-	-	0.65	2.50	67.2	0.17	0.65	2.50

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
15.2	0.60	30.1	0.50

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{VV,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
40.0	105.3	3.30	24.4	21.8	11.0

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Nebenträger										Rand			
		e1 mm	p1 mm	e2 mm	p2 mm	Mitte		F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1
vert.(z)	21.8	70	70	45	75	1.00	2.50	76.0	0.29	1.00	2.50	76.0	0.29	1.00	2.50
horz.(x)	11.0	45	75	70	70	1.00	2.50	76.0	0.14	0.83	2.50	63.4	0.17	0.83	2.50

Richtung	V _a kN	Winkel										Rand			
		e1 mm	p1 mm	e2 mm	p2 mm	Mitte		F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1
vert.(z)	21.8	35	70	30	75	1.00	2.50	207.4	0.10	0.65	2.50	134.4	0.16	0.65	2.50
horz.(x)	11.0	30	75	35	70	1.00	2.50	207.4	0.05	0.56	2.50	115.2	0.10	0.56	2.50

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
24.4	0.60	60.3	0.40

Blockversagen

Bauteil	Anv cm ²	Ant cm ²	Veff,2,Rd kN	η
Nebenträger	7.5	6.1	189.6	0.21
Winkel	7.0	7.0	196.3	0.10

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (Rechteck)					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	t _s	A	S _y	I _y	V _z	eM _y	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
215	7	14.2	38.1	545.1	40.0	75	-3.00	235.0	135.7	-59.1	42.3	73.3	0.31

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	b	A	S _y	I _y	V _z	eM _y	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
140	9	12.6	22.0	205.8	20.0	83	-1.65	235.0	135.7	-56.1	23.8	56.1	0.24

1.06.2.4 Deckenträger IPE270

Die Deckenträger spannen zwischen zwei deckengleichen Hauptträgern über eine Länge von etwa 7,5m. Der Trägerachsabstand ist maximal 0,90m. Der Träger wird gegen Kippen gesichert.

Belastung
 aus Deckenebene
 mit Lasteinflussbreiten

$$e = 2 \cdot 0,90 / 2 = 0,90 \text{ m}$$

$$g_{De1} = 1,65 \cdot e = 1,49 \text{ kN/m}$$

$$q_{De1} = 2,0 \cdot e = 1,80 \text{ kN/m}$$

aus Trennwand Flur 2.OG

$$G_{TW} = 0,8 \cdot 3,6 \cdot e = 2,59 \text{ kN}$$

Einzellast aus Pos. 1.06.4, Aufl. 2

$$G = 71,20 \text{ kN}$$

$$Q = 38,40 \text{ kN}$$

gewählt: **IPE270 L= 7500mm, 235**

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Trägerabstand max. 90cm

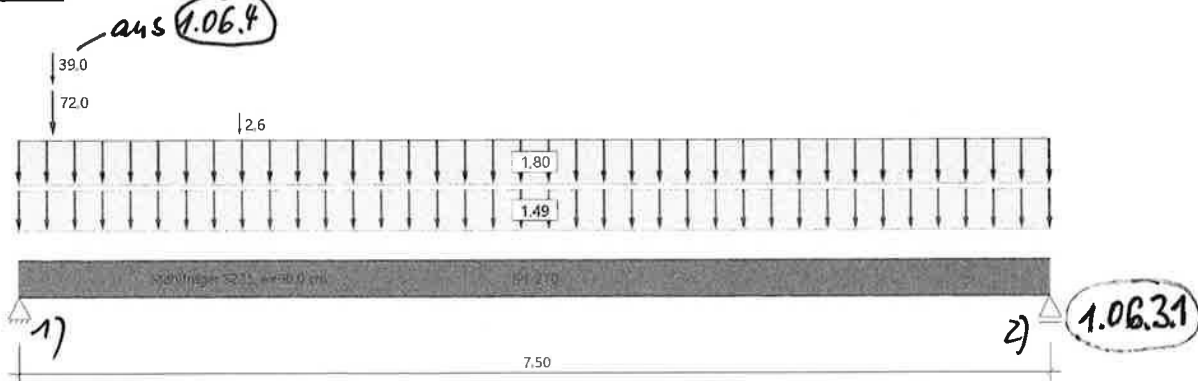
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger (e = 90.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 270	5790	420	429	62	45.9
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : In Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W [kN]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	1.60	2.6 kN	ständig		
	2	kraft	0.25	72.0 kN	ständig		
	3	kraft	0.25	39.0 kN	Kat. C		
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
2	1.06.2.3
3	1.06.2.3

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m ²]	W2 [kN/m ²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	4	GL		7.50		1.65		Nein	ständig		
	5	GL		7.50		2.00		Ja	Kat. C		
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
4	Breite 0,90 m
5	Breite 0,90 m
Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.90 m multipliziert.	

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 270 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/$ 150
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/$ 300

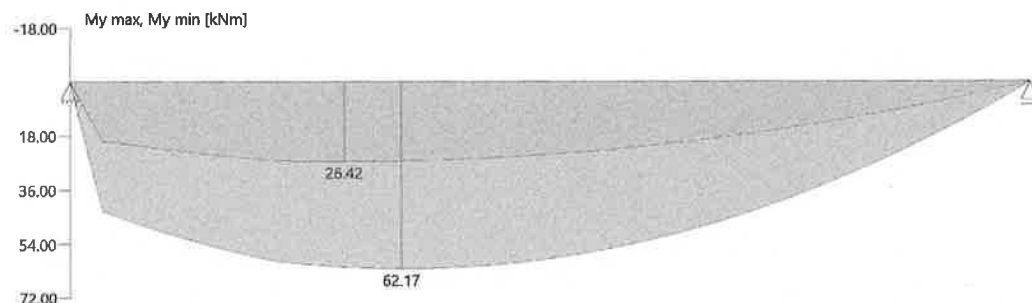
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.58	0.81	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.86

Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1.00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	172.7	0.58	0.00	0.00	0.58	1
	0.25	1	171.4	0.57	43.02	0.38	0.57	1
	0.25	1	15.7	0.05	43.02	0.38	0.38	1
	1.60	1	8.7	0.03	59.54	0.52	0.52	1
	1.60	1	5.2	0.02	59.54	0.52	0.52	1
	2.61	1	0.0	0.00	62.17	0.55	0.55	1
	7.50	1	-25.4	0.08	0.00	0.00	0.08	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
2.60	1	0.0	62.17	6.54	0.81	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

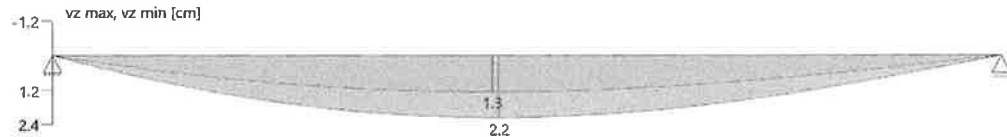
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.81$$

$M_{y,Ed}$	=	62.17	kNm
M_{cr}	=	131.78	kNm
λ_{lt}	=	0.93	
χ_{lt}	=	0.74	
$M_{y,Rd}$	=	114.06	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis für Lk 1 bei $x = 2.60$ m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.55	0.0	2.2	2.2	0.43	3

Verformungsnachweis - Relativverformung $\ln z f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.55	7.50	0.00	7.50	1.3	2.2	2.5	0.86	3

Feld	: Bezeichnung
x	: Koordinate x der berechneten Stelle
l_{eff}	: effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$	: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$	: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$	: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$	: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$	: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
η	: größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk	: Lastfallkombination

Auflagerkräfte

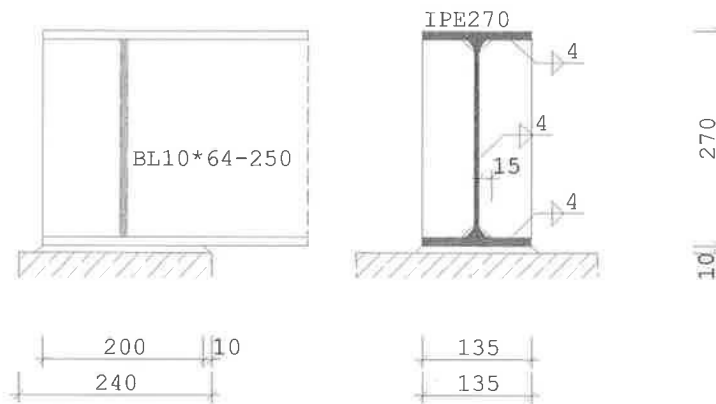
Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	87.29	87.29 49.39		
2	7.50	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	10.97	10.97 8.94		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	191.93 87.29	
2	7.50	Lk 1 Lk 2	28.23 10.97	

Auflager 1: Anschluss auf Stb.- Stütze in Aufzugsschachtwand, Pos. 1.06.9.1
Auflagerkraft $A_{z,d} = 191,93 \cdot 0,9 = 172,74 \text{ kN}$



Träger auf Wand : Auflagerkraft $F_d =$		175.00 kN	
Norm	DIN EN 1993		
Träger	: IPE270		
Stahl	S235	$f_{yk} = 235.0 \text{ N/mm}^2$	$f_{uk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$
		$f_{wd} = 207.8 \text{ N/mm}^2$	$\beta_w = 0.80$
Beton	: C25/30	$f_{cd} = 14.2 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_{M2} = 1.25$
Auflager	: Mörtelfuge	200 / 135 / 10	mm

Nachweis des Trägers mit dreiseitigem Rippenanschluß					
Rippe	Breite	bR =	64.2 mm	<= maxbR =	64.2 mm
	Höhe	hR =	249.6 mm		
	Aussparung	cR =	15.0 mm		
	Dicke	tR =	10.0 mm	>= erftR =	5.8 mm
				$\eta =$	0.58
Kraft pro Rippe		vertikal :		horizontal :	
		F1 =	35.31 kN	F2 =	5.60 kN
Doppelkehlnaht am belasteten unteren Flansch (Index 1) :					
Geometrie	Dicke	aw1 =	4.0 mm		
	Länge	lw1 =	49.2 mm		
	Fläche	Aw1 =	393.6 mm²		
Spannungen	$\sigma_{wd,1}$	=	89.7 N/mm²	$\tau_{wd,1} =$	14.2 N/mm²
Vergleichsspannung	$\sigma_{wd,V,1}$	=	90.8 N/mm²		
Nachweis	σ_{wd}	=	90.8 N/mm² / f_{vwd}	=	207.8 N/mm²
				$\eta =$	0.44 < 1
Doppelkehlnaht am Steg (Index 2) :					
Geometrie	Dicke	aw2 =	4.0 mm		
	Länge	lw2 =	219.6 mm		
	Fläche	Aw2 =	1756.8 mm²		
Spannungen	$\tau_{wd,2}$	=	20.1 N/mm²		
Nachweis	σ_{wd}	=	20.1 N/mm² / f_{vwd}	=	207.8 N/mm²
				$\eta =$	0.10 < 1
Doppelkehlnaht am unbelasteten oberen Flansch (Index 3) :					
Geometrie	Dicke	aw3 =	4.0 mm		
	Länge	lw3 =	49.2 mm		
	Fläche	Aw3 =	393.6 mm²		
Spannungen	$\tau_{wd,3}$	=	14.2 N/mm²		
Nachweis	σ_{wd}	=	14.2 N/mm² / f_{vwd}	=	207.8 N/mm²
				$\eta =$	0.07 < 1

Spannung am Ausrundungsbeginn des Trägerstegs unten :					
σ_{dz}	$= F_d - 2 \cdot F_1 / ($	$233.1 \text{ mm} \cdot 6.6 \text{ mm})$	$= -67.85 \text{ N/mm}^2$		
Nachweis	σ_d	$= 67.9 \text{ N/mm}^2$	$f_{yd} = 235.0 \text{ N/mm}^2$	$\eta = 0.29 < 1$	

Nachweis des Auflagers

$$\sigma_d = F_d / (200.0 \text{ mm} * 135.0 \text{ mm}) = -6.48 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Nachweis } \sigma_d = 6.5 \text{ N/mm}^2 / f_{cd} = 14.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = 0.46 < 1$$

max $\eta = 0.58 \leq 1$ Nachweis für Stegrippen

Auflager 2

Anschluss an Randträger 1.06.3.1

$$\text{Auflagerkraft } B_{z,d} = 28,23 \cdot 0,9 = 25,41 \text{ kN}$$

Nachweis bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 1.06.2.3

Deckenträger Bereich Achse C-D, wie 1.06.2.4

Ermittlung der Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

Lasteinflussbreite $e=0,90\text{m}$

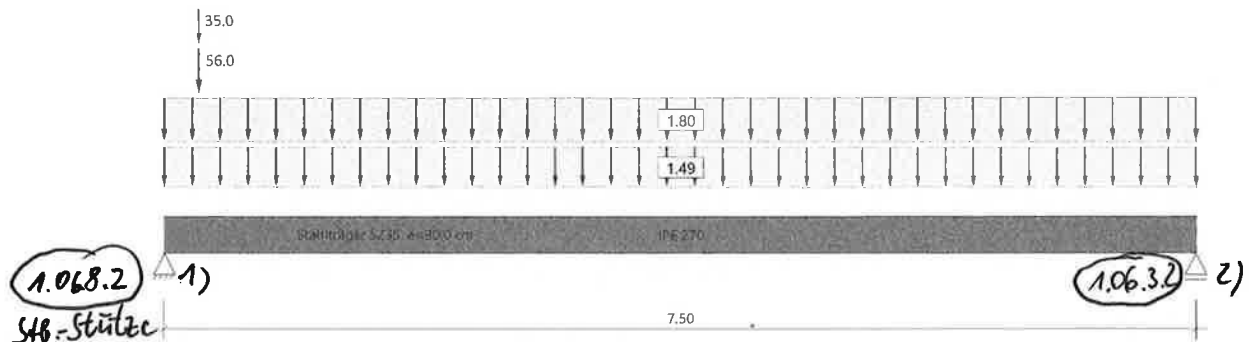
$g=1,65 \text{ kN/m}^2$, Trägereigengewicht wird vom Programmsystem berücksichtigt

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

Einzellast aus Pos. 1.06.4, Aufl. 3

$G=55,3 \text{ kN}$, $Q=34,7 \text{ kN}$

System



Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 270	5790	420	429	62	45.9

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	0.25	56.0 kN	ständig		
	2	kraft	0.25	35.0 kN	Kat. B		

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	1.06.4, A3
2	1.06.4, A3

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m ²]	W2 [kN/m ²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	GL		7.50		1.65		Nein	ständig Kat. B		
	4	GL		7.50		2.00		Ja			
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 : Zusammenhörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe											

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
3	Breite 0,90 m
4	Breite 0,90 m
Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.90 m multipliziert.	

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 270 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig Kat. B: Bürogebäude	67.84	67.84 45.09		
2	7.50	ständig Kat. B: Bürogebäude	9.76	9.76 8.80		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	159.22	
		Lk 2	67.84	
2	7.50	Lk 1	26.37	
		Lk 2	9.76	

1.06.2.5 Wechselträger HEA120

Stützweite $l_s \leq 0,9m$

Belastung
 aus Trennwand Flur 2.OG

$$g_{TW} = 0,8 \cdot 3,6 = 2,88 \text{ kN/m}$$

aus Stütze in Ebene 3, Pos. 2.07.6, mittig aus Wechselträger

$$G_{2.07.6} = 6,33 \text{ kN}$$

Nachweise

- bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

Anschluss an Deckenträger 1.06.2.6

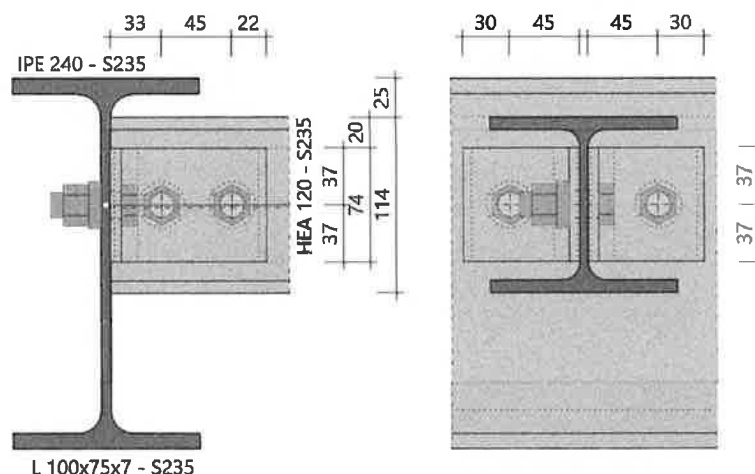
$$V_{z,d} = 1,35 \cdot (2,9 \cdot 0,9/2 + 6,33/2) = 6,03 \text{ kN}$$

Nachweis mit $V_{z,d} = 10 \text{ kN}$

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Träger ohne Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 1 x M16 + 2 x M16

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b ₀ mm	h _{steg} mm	t ₀ mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger	IPE 240	240	120	190	10	6	15	120	10
Nebenträger	HEA 120	114	120	74	8	5	12	120	8

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	25	0	

Winkel

Name	Lage	Anordnung		Länge l mm	Abmessungen				
		Abstand uw mm	langer Schenkel		Querschnitt				
L 100x75x7	nach Vorgabe	0	an Nebenträger	74	h mm	b mm	ts mm	r mm	
					100	75	7	10	

Schrauben

Im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d ₀ mm
Hauptträger	M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0
Nebenträger	M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 1 = 2 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	e1,2 mm	
30	45	37	37	

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 1 = 2 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe	
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	e1,2 mm
33	45	22	37	37

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	10.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 1 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
5.0	11.2	0.23	8.4	5.0	6.7

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Hauptträger					
		e1 mm	e2 mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	5.0	82	54	1.00	2.50	71.4	0.07
horz.(x)	6.7	54	82	1.00	2.50	71.4	0.09

Richtung	V _a kN	Winkel					
		e1 mm	e2 mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	5.0	37	30	0.69	2.50	55.3	0.09
horz.(x)	6.7	30	37	0.56	2.50	44.8	0.15

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
8.4	0.60	30.1	0.28

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 1 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
10.0	10.1	0.55	17.2	17.2	-

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _s kN	Nebenträger					
		e ₁ mm	e ₂ mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	17.2	57	33	1.00	1.80	41.5	0.42

Richtung	V _s kN	Winkel					
		e ₁ mm	e ₂ mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	17.2	37	22	0.69	1.78	78.9	0.22

Abschertragfähigkeit

V _s kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
17.2	0.60	60.3	0.29

Blockversagen

Bauteil	A _{nv} cm ²	A _{nt} cm ²	V _{eff,z,Rd} kN	η
Nebenträger	2.4	2.5	69.0	0.14
Winkel	2.0	2.8	67.3	0.07

Kontaktpressung Winkel an Nebenträger durch Anschluss an Hauptträger mit nur einer Schraube

Fläche			Kontaktpressung		
b _{eff} mm	h _{eff} mm	A _{eff} cm ²	σ _{c,d} N/mm ²	σ _{R,d} N/mm ²	η
20	7	1.4	48.3	235.0	0.21

Querschnittsnachweis Im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h mm	b mm	A cm ²	S _y cm ³	I _y cm ⁴	V _z kN	e _{My} mm	M _y kNm	σ _{Rd} N/mm ²	τ _{Rd} N/mm ²	σ _d N/mm ²	τ _d N/mm ²	σ _{d,v} N/mm ²	η
74	7	5.2	4.8	23.6	5.0	55	-0.28	235.0	135.7	-43.1	14.5	43.1	0.18

1.06.2.6 Deckenträger IPE240

Die Deckenträger spannen zwischen zwei deckengleichen Hauptträgern über eine Länge von etwa 7,5m. Der Trägerachsabstand ist maximal 0,90m. Die Profile werden gegen kippen durch Querprofile gesichert. Beanspruchungen aus Flächenlasten, Decke über E2, Wand- und anteilige Stützlasten aus Trennwand und UHD über E3.

gewählt: **IPE240 L= 7500mm, 235**

Belastung
 aus Deckenebene
 mit Lasteinflussbreiten

$$e = 2 \cdot 0,90 / 2 = 0,90 \text{ m}$$

$$g_{De1} = 1,65 \cdot e = 1,49 \text{ kN/m}$$

$$q_{De1} = 2,0 \cdot e = 1,80 \text{ kN/m}$$

aus Trennwand (TW) Flur 2.OG

$$G_{TW} = 0,8 \cdot 3,6 \cdot e = 2,59 \text{ kN}$$

aus Wechsel, Pos. 1.06.2.5, abzüglich Anteil TW Flur

$$G_{1.06.2.5} = 4,50 - (0,8 \cdot 3,6 \cdot 0,45) = 3,20 \text{ kN}$$

Nachweise

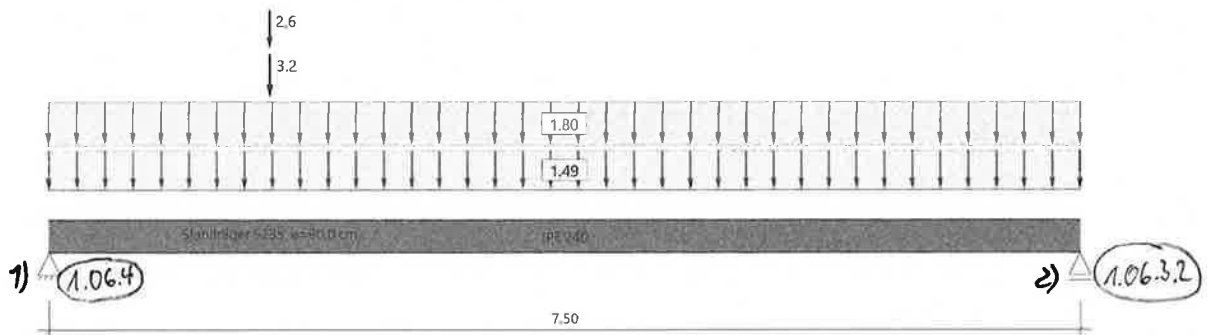
Grundparameter

Stahlträger (e = 90.0 cm), DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

aus TW; Pos. 1.06.2.5



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 240	3892	284	324	47	39.1
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : In Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	1.60	2.6 kN	ständig		
	2	kraft	1.60	3.2 kN	ständig		

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
----	-------------

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m ²]	W2 [kN/m ²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	GL		7.50		1.65		Nein	ständig		
	4	GL		7.50		2.00		Ja	Kat. B		

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
3	Breite 0,90 m
4	Breite 0,90 m

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.90 m multipliziert.

Elgengewicht

Gesamtgewicht = 230 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{f,inf}$	$\gamma_{f,sup}$
ständig Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30	1.00	1.35 1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{f1} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_f ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

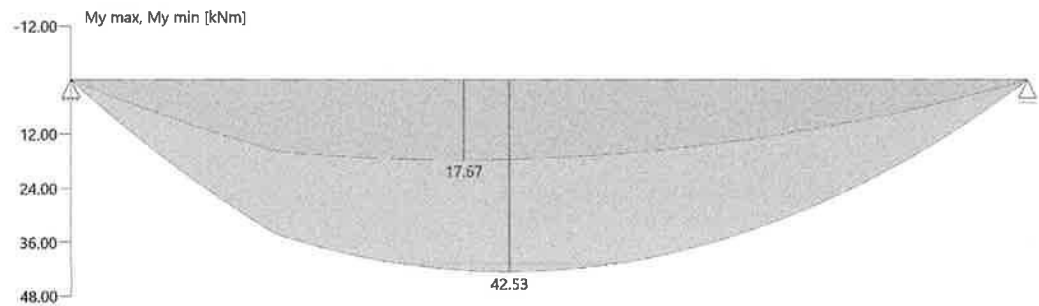
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stab}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.49	0.74	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.87

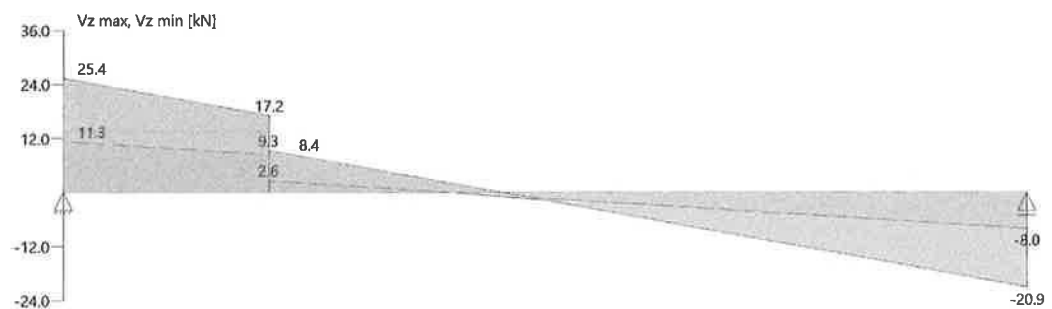
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Q[k]	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	25.4	0.10	0.00	0.00	0.10	1
	1.60	1	17.2	0.07	34.02	0.39	0.39	1
	1.60	1	9.3	0.04	34.02	0.39	0.39	1
	3.42	1	0.0	0.00	42.53	0.49	0.49	1
	7.50	1	-20.9	0.08	0.00	0.00	0.08	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Q[k]	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
3.46	1	0.0	42.53	6.54	0.74	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

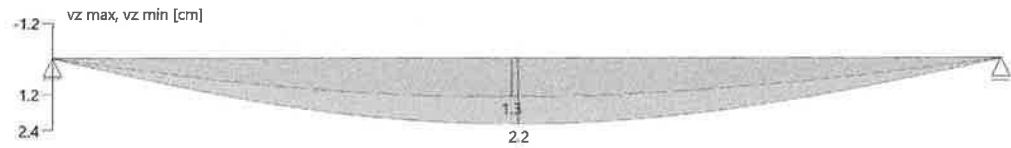
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.74$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 42.53 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 95.61 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.95 \\ \chi_{lt} &= 0.73 \\ M_{y,Rd} &= 86.45 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 3.46 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.57	0.0	2.2	2.2	0.44	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.57	7.50	0.00	7.50	1.3	2.2	2.5	0.87	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. B: Bürogebäude	12.54	12.54 7.50		
2	7.50	ständig Kat. B: Bürogebäude	8.84	8.84 7.50		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	28.17 12.54	
2	7.50	Lk 1 Lk 2	23.19 8.84	

Aufl. 1, Anschluss an Randträger 1.06.4

$$V_{z,d} = 28,17 \cdot 0,9 = 25,35 \text{ kN}$$

Aufl. 2, Anschluss an Randträger 1.06.3..2

$$V_{z,d} = 23,19 \cdot 0,9 = 20,87 \text{ kN}$$

Geometrie/ Nachweise wie Pos. 1.06.2.2

1.06.2.7 Deckenträger IPE240

gewählt: IPE240 L= 7900mm, 235

Belastung
 aus Deckenebene
 mit Lasteinflussbreiten

$$e = 0,14 + 0,70/2 = 0,49 \text{ m}$$

$$g_{De1} = 1,65 \cdot e = 0,81 \text{ kN/m}$$

$$q_{De1} = 2,0 \cdot e = 0,98 \text{ kN/m}$$

aus Trennwand (TW) Flur 2.OG

$$G_{TW} = 0,8 \cdot 3,6 \cdot e = 1,41 \text{ kN}$$

aus Stütze in Ebene 3, Pos. 2.07.7

$$G_{2.07.7} = 3,86 \text{ kN}$$

aus Träger, Pos. 1.06.4, Aufl. 4

$$G_{1.06.4} = 7,00 \text{ kN}$$

$$Q_{1.06.4} = 5,30 \text{ kN}$$

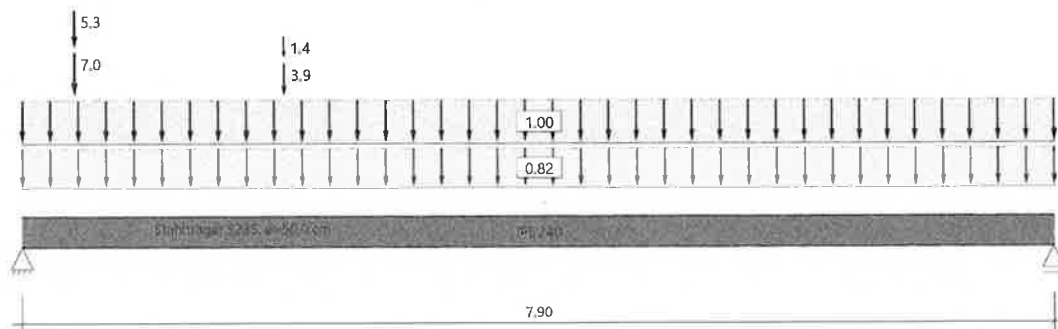
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger (e = 50.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 240	3892	284	324	47	39.1
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.90	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : In Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	2.00	1.4 kN	ständig		
	2	kraft	2.00	3.9 kN	ständig		
	3	kraft	0.40	7.0 kN	ständig		
	4	kraft	0.40	5.3 kN	Kat. C		

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	TW
2	2.07.7
3	1.06.4
4	1.06.4

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m²]	W2 [kN/m²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	5	GL		7.90		1.65		Nein	ständig		
	6	GL		7.90		2.00		Ja	Kat. C		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trepezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
5	Breite 0,50 m
6	Breite 0,50 m

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.50 m multipliziert.

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 242 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{f,inf}$	$\gamma_{f,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{f1} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_f ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchblegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

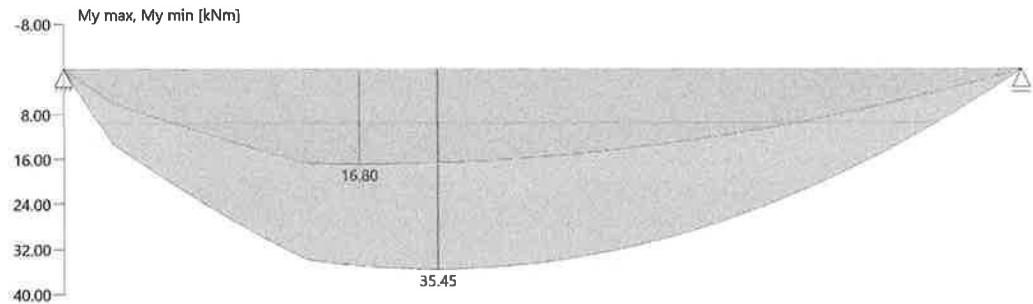
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{St}	η_{Stab}	$\eta_{\text{Verformung}}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.41	0.64	0.77

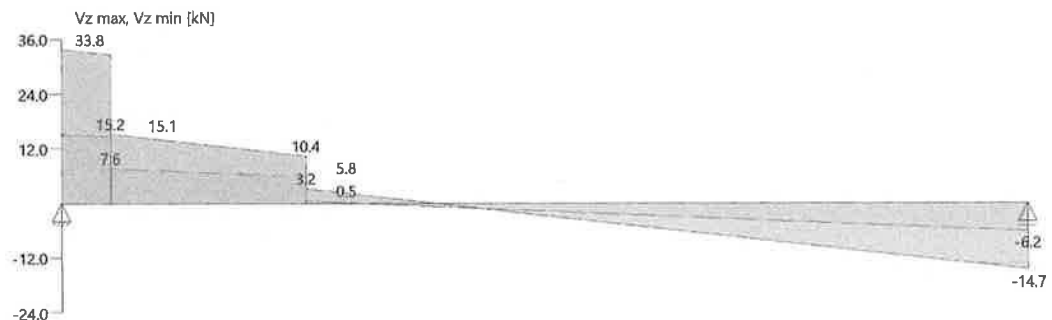
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	33.8	0.13	0.00	0.00	0.13	1
	0.40	1	32.6	0.13	13.29	0.15	0.15	1
	0.40	1	15.2	0.06	13.29	0.15	0.15	1
	2.00	1	10.4	0.04	33.75	0.39	0.39	1
	2.00	1	3.2	0.01	33.75	0.39	0.39	1
	3.06	1	0.0	0.00	35.46	0.41	0.41	1
	7.90	1	-14.7	0.06	0.00	0.00	0.06	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
3.05	1	0.0	35.45	6.54	0.64	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

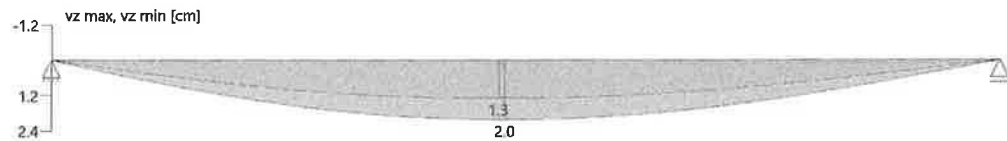
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.64$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 35.45 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 86.41 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 1.00 \\ \chi_{lt} &= 0.70 \\ M_{y,Rd} &= 86.45 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 3.05 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5,0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.74	0.0	2.0	2.0	0.40	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.74	7.90	0.00	7.90	1.3	2.0	2.6	0.77	3

Feld: Bezeichnung
x: Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk: Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	30.15	30.15 17.96		
2	7.90	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	12.33	12.33 8.44		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	67.65 30.15	
2	7.90	Lk 1 Lk 2	29.31 12.33	

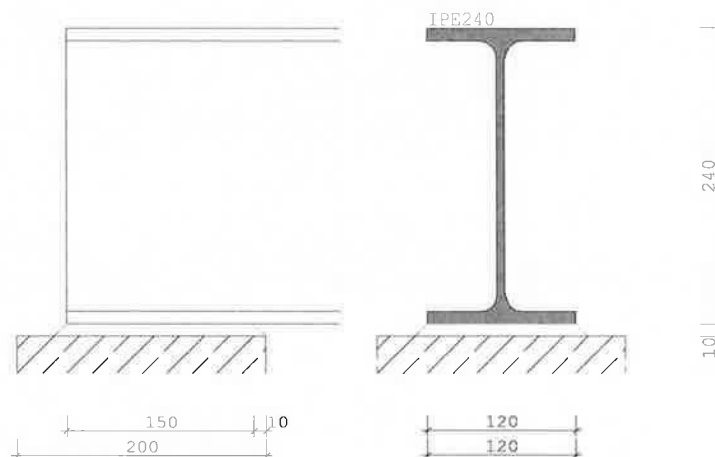
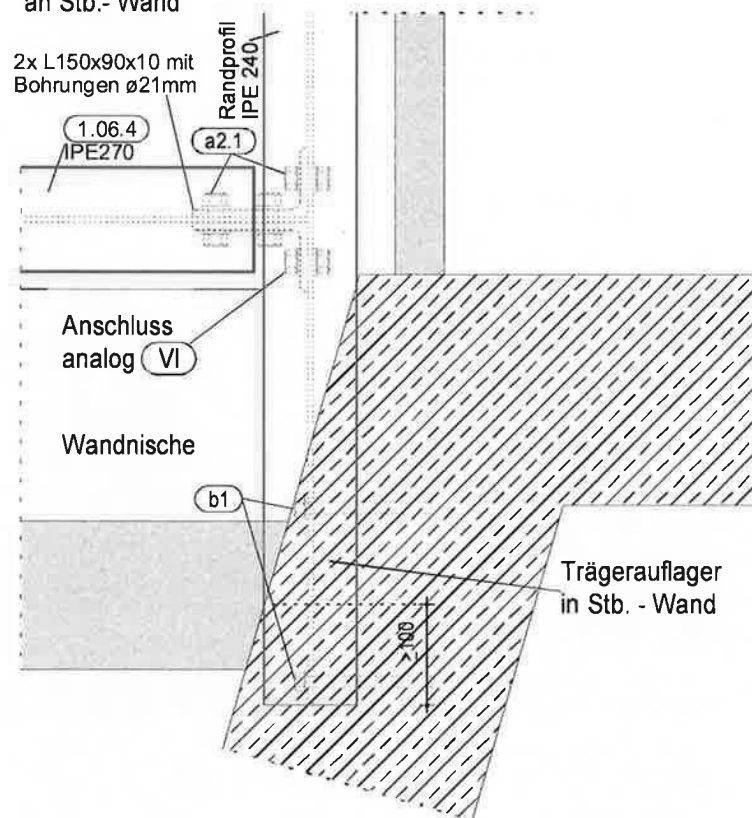
Aufl. 1, Anschluss an Stahlbetonwand Bühnenturm

$$V_{z,d} = 67,65 \cdot 0,5$$

$$= 33,83 \text{ kN}$$

Geometrie:

Anschluss Randträger IPE 240
an Stb.- Wand



Träger auf Wand : Auflagerkraft $F_d =$		40.00 kN					
Norm	DIN EN	1993					
Träger	: IPE240						
Stahl	S235	f_{yk}	= 235.0 N/mm ²	f_{uk}	= 360.0 N/mm ²	γ_{M0}	= 1.00
		$f_{vw,d}$	= 207.8 N/mm ²	β_w	= 0.80	γ_{M2}	= 1.25
Beton	: C20/25	f_{cd}	= 11.3 N/mm ²				
Auflager	: Mörtelfuge	150 / 120 / 10	mm				

Nachweis des Trägers nach EN 1993-1-5,6.6									
Mittragende Längen	l_{eff}	=	193.1	mm	t_w	=	6.2	mm	
Grenzkraft	$FR_d = t_w \cdot l_{eff} \cdot f_{yk} / 1.1$	=	255.79	kN					
Nachweis	F_d / FR_d	=	40.00	kN /	255.79	kN			
					η_2	=	0.16	<	1
Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Kap.6									
Schnittgrößen	N_{Ed}	=	0.00	kN					
	V_{Ed}	=	40.00	kN					
	M_{Ed}	=	0.00	kNm					
Querschnittsklasse	1								
Nachweis	M_{Ed}	=	0.0	kNm /	$M_{pl,Rd}$	=	86.4	kNm	
					η_1	=	0.00	<	1
Nachweis	V_{Ed}	=	40.0	kN /	$V_{pl,Rd}$	=	259.7	kN	
					η	=	0.15	<	1
Nachweis	N_{Ed}	=	0.0	kN /	$N_{pl,Rd}$	=	919.2	kN	
					η	=	0.00	<	1
Interaktion Querbelastrung und Moment+N nach DIN EN 1993-1-5,7.2									
					$\eta_2 + 0.8 \cdot \eta_1$	=	0.16	<	1.4
Nachweis der Flanschbiegung									
Moment am Beginn der Ausrundung	M_{Ed}	=	2.0	kNcm					
plast. Grenzmoment Flansch	$M_{pl,Rd}$	=	5.6	kNcm					
Nachweis	M_{Ed}	=	2.0	kNcm /	$M_{pl,Rd}$	=	5.6	kNcm	
					η	=	0.35	<	1
Nachweis des Auflagers									
$\sigma_d = F_d / (150.0 \text{ mm} \cdot 120.0 \text{ mm})$									
Nachweis	σ_d	=	2.2	N/mm ² /	f_{cd}	=	11.3	N/mm ²	
					η	=	0.20	<	1
max $\eta = 0.35 \leq 1$ Flanschbiegung									

Aufl. 1, Anschluss an Randträger 1.06.3.1

$$V_{z,d} = 29,31 \cdot 0,5 = 14,65 \text{ kN}$$

Gemetrie/ Nachweis wie Pos. 1.06.2.2

1.06.3.1 Hauptträger IPE 270

Der Hauptträger spannt zwischen den Stützen (B/10) und (C/10) . Er stellt das Auflager für die quer angeordneten Deckenträger dar. Die Trägerlänge beträgt ca. 5,50m.
Die Deckenträger wirken als Kippsicherung.

gewählt: **IPE270 L= 5470mm**
S235, Stützenanschluss mit verschraubtem Kopfplattenstoß

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

aus Deckenebene

Pos. 1.06.2.2, Aufl. 2

mit $e_{1,2} = 0,79 \text{ m}$

$G_{1.06.2.2_1,2} = 8,08 \cdot e_{1,2} = 6,38 \text{ kN}$

$Q_{1.06.2.2_1,2} = 7,50 \cdot e_{1,2} = 5,92 \text{ kN}$

Pos. 1.06.2.4, Aufl. 2

mit $e_3 = 0,79 \text{ m}$

$G_{1.06.2.4_3} = 10,97 \cdot e_3 = 8,67 \text{ kN}$

$Q_{1.06.2.4_3} = 8,94 \cdot e_3 = 7,06 \text{ kN}$

Pos. 1.06.2.3, Aufl. 2

mit $e_{4,5} = 1,00 \text{ m}$

$G_{1.06.2.3_4,5} = 15,12 \cdot e_{4,5} = 15,12 \text{ kN}$

$Q_{1.06.2.3_4,5} = 5,05 \cdot e_{4,5} = 5,05 \text{ kN}$

Pos. 1.06.2.2, Aufl. 2

mit $e_6 = (0,80+0,71)/2 = 0,76 \text{ m}$

$G_{1.06.2.2_6} = 8,08 \cdot e_6 = 6,14 \text{ kN}$

$Q_{1.06.2.2_6} = 7,50 \cdot e_6 = 5,70 \text{ kN}$

aus Trennwand in Ebene 3

aus Treppenraumwand

über Deckenebene

$g_{TW1} = 0,8 \cdot 2,70 = 2,16 \text{ kN/m}$

Bezug	Nr	Art	A [m]	W [kN]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	0.54	6.4	kN	ständig	
	2	kraft	0.54	5.9	kN	Kat. C	
	3	kraft	1.32	6.4	kN	ständig	
	4	kraft	1.32	5.9	kN	Kat. C	
	5	kraft	2.11	8.7	kN	ständig	
	6	kraft	2.11	7.1	kN	Kat. C	
	7	kraft	2.89	15.1	kN	ständig	
	8	kraft	2.89	5.1	kN	Kat. C	
	9	kraft	4.22	15.1	kN	ständig	
	10	kraft	4.22	5.1	kN	Kat. C	
	11	kraft	5.02	6.1	kN	ständig	
	12	kraft	5.02	5.7	kN	Kat. C	

Bezug

A [m]

EG

Zus

Alt

1

2

3

4

5

Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast

Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger

Lasteinwirkung

Zusammengehörigkeitsgruppe

Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	1.06.2.2
2	1.06.2.2
3	1.06.2.2
4	1.06.2.2
5	1.06.2.4
6	1.06.2.4
7	1.06.2.3
8	1.06.2.3
9	1.06.2.3
10	1.06.2.3
11	1.06.2.2
12	1.06.2.2

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	13	TL	2.89	1.33		2.16	2.16	Nein	ständig		
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
13	TW

Elengewicht

Gesamtgewicht = 197 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsberelche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{F,sup}$ oder $\gamma_{F,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$ Felder $l_{eff}/300$

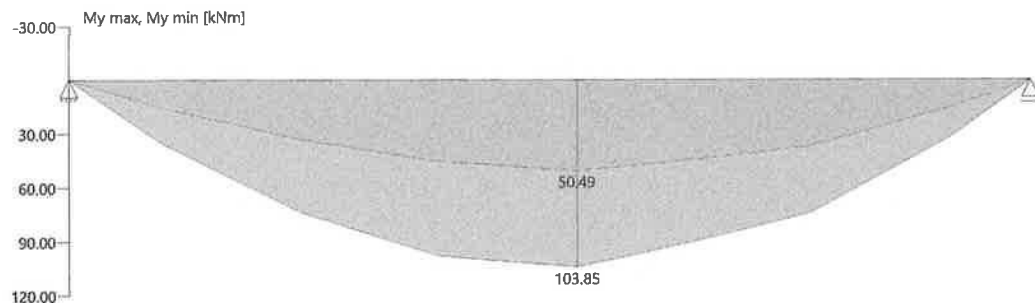
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.91	1.00	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			1.011

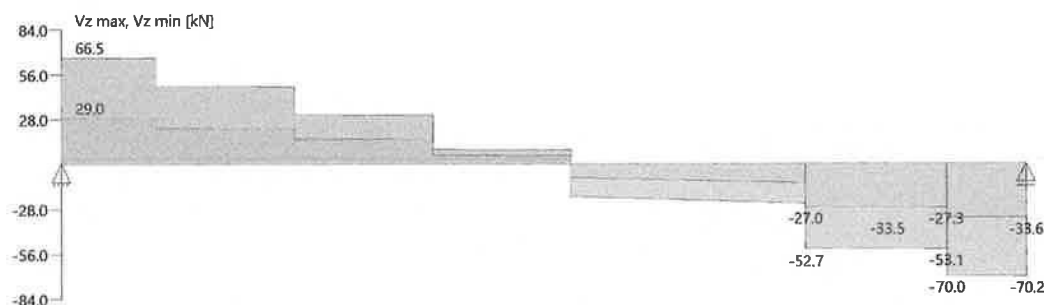
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	66.5	0.22	0.00	0.00	0.22	1
	0.54	1	66.2	0.22	35.49	0.31	0.31	1
	0.54	1	48.7	0.16	35.49	0.31	0.31	1
	1.32	1	48.3	0.16	73.58	0.65	0.65	1
	1.32	1	30.8	0.10	73.58	0.65	0.65	1

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
	2.11	1	30.5	0.10	97.64	0.86	0.86	1
	2.11	1	8.1	0.03	97.64	0.86	0.86	1
	2.89	1	7.7	0.03	103.85	0.91	0.91	1
	2.89	1	-20.3	0.07	103.85	0.91	0.91	1
	4.22	1	-24.8	0.08	73.89	0.65	0.65	1
	4.22	1	-52.7	0.18	73.89	0.65	0.65	1
	5.02	1	-53.1	0.18	31.54	0.28	0.28	1
	5.02	1	-70.0	0.23	31.54	0.28	0.28	1
	5.47	1	-70.2	0.23	0.00	0.00	0.23	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
2.89	1	0.0	104.03	6.54	1.00	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

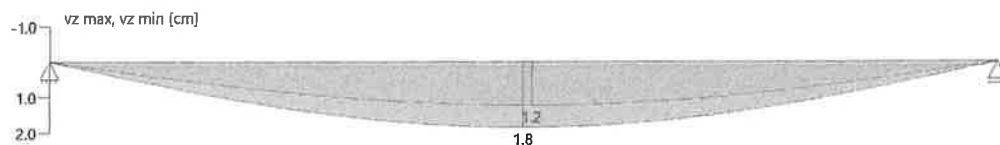
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 1.00$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 104.03 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 1457.27 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.28 \\ \chi_{lt} &= 1.00 \\ M_{y,Rd} &= 114.06 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 2.89 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.88	0.0	1.8	1.8	0.37	3

Verformungsnachweis - Relativverformung $\ln z f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.88	5.47	0.00	5.47	1.2	1.8	1.8	1.01	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	29.0	29.0 18.2		
2	5.47	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	33.6	33.6 16.5		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	66.5 29.0	
2	5.47	Lk 1 Lk 2	70.2 33.6	

Anschluss an Bestandstützen Pos. 2.04, Achsen 10/B, 10/C

Nachweis mit $V_{z,d} = 80 \text{ kN}$

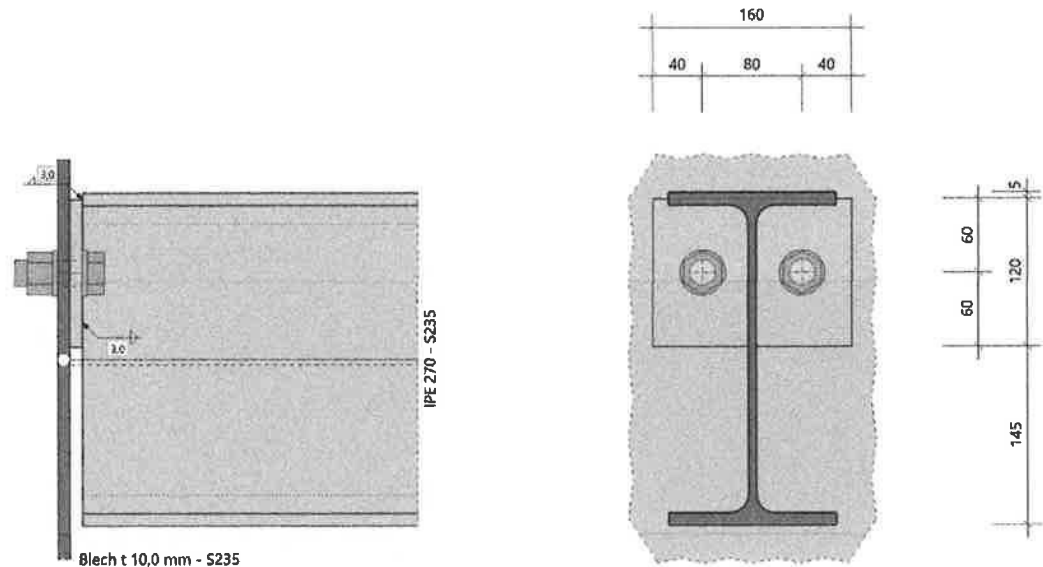
Variante 1; Verschraubung Stirnplatte mit L- Profilen mit Verschraubung M20, Fkl. 10.9

Nachweis mit 2xM20

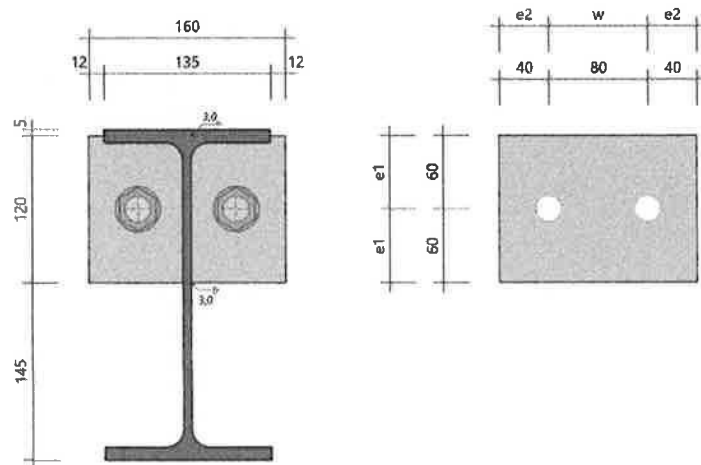
Grundparameter

Grundlagen : Typenprüfung TP-12-0001 basierend auf den Regelungen der DIN EN 1993

System



Detailgrafik Stirnplatte



Modell Träger an Blech

gelenkig ISH 20 2 8 Stahlgüte S235 2 Schrauben M 20 FK 10.9

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b ₀ mm	t ₀ mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Träger	IPE 270	S235	270	135	10	7	15	135	10
Blech		S235				10			

Stirnplatte

Anordnung	Abmessungen			Schweißnaht	
	h_p mm	b_p mm	t_p mm	$a_{w,f}$ mm	$a_{w,s}$ mm
am Obergurt des Trägers anschließend	120	160	10	3.0	3.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 1 = 2 Schrauben M20 - 10.9

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e_2 mm	w mm	e_2 mm	e_1 mm	e_{1n} mm	
40	80	40	60	60	

Belastung

Bemessungsrelevante Lastfallkombinationen (Bemessungswerte der Schnittgrößen)

Nr Lfk	Bezeichnung	V_{Ed} kN
1	Lfk<1>	80.0

maßgebende Schnittgrößen für Bemessung

Stelle	V_{Ed} kN
Stabachse im Anschluss	80.0

Ergebnisse

Beanspruchbarkeiten

erforderliche Dicke lastabtragendes Bauteil t_u mm	$V_{l,Rd}$ kN	Versagensmodus
3.7	107.5	B s

Zusammenfassung

Auslastung aus Querkraft

$$\eta = 0.74$$

Stirnplatte mit ausreichender Duktilität für Verwendung in zweiseitigen Anschlüssen.

Variante 2:

Anschluss mit Hohlraumbefestigung, z.B. Fa. Lindapter, Holo-Bolt

Holo-Bolt, gewählt: M16

Bolzen $\varnothing$ $d = 25,5$ mm
 Loch $\varnothing$ $d_0 = 26,0$ mm

System:

Kopfplatte $t_{QRO} = 15,0$ mm
 L- Profil $t_{Pl} = 15,0$ mm
 Randabstand in KR $e_1 = 85,0$ mm
 Schraubenabstand in KR $p_1 = 100,0$ mm
 Randabstand $\perp$ KR $e_2 = 50,0$ mm
 Schraubenabstand $\perp$ KR $p_2 = 330,0$ mm

Material: S235

$f_y = 235,00$ N/mm²
 $f_u = 360,00$ N/mm²
 $f_{u,b} = 1000,00$ N/mm²

Teilsicherheitsbeiwerte

$\gamma_{M0} = 1,00$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

Prüfung der Rand- und Lochabstände:

kleinste Abstände:

$$1,2 * d_0 / e_1 = \underline{0,37 \leq 1}$$

$$1,2 * d_0 / e_2 = \underline{0,62 \leq 1}$$

$$2,2 * d_0 / p_1 = \underline{0,57 \leq 1}$$

größte Abstände:

$$t = \text{MIN}(t_{QRO}; t_{PI}) = 15,0 \text{ mm}$$

$$p_{\max} = \text{MIN}(14 * t; 200) = 200,0 \text{ mm}$$

$$p_1 / p_{\max} = \underline{0,50 \leq 1}$$

Kraft je Schraube:

Anzahl der Verbindungen

Anzahl Reihen $n_R = 2$

je Reihe $n = 2$

gesamt $n_1 = n_R * n = 4$

Abscherkraft je Schraube

$$F_{A,Ed} = 80,00 / n_1 = 20,00 \text{ kN}$$

Lochleibung:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{p_1}{3 * d_0} - \frac{1}{4} \cdot \frac{f_{u,b}}{f_u}; 1,0\right) = 1,00$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(2,8 * \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 * \frac{p_1}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd} = k_1 * \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} / 1000 = 275,40 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{A,Ed}}{F_{b,Rd}} = \underline{0,07 < 1}$$

Abscheren:

$$F_{v,Rd} = 111,20 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}} = \underline{0,18 < 1}$$

Lasteinleitung in Bestandsstütze Annahme zum Nachweis B25 (C20/25)

gewählt: Verbundanker M16, z.B. Fischer FIS V plus (FIS A. Fkl. 8.8)

Setztiefe 150mm

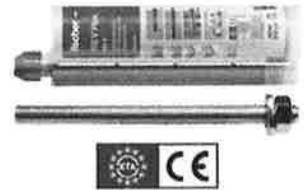
Kraft je L- Profil

$$F_{z,d} = 80/2 = 40,00 \text{ kN}$$

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 200 8.8, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8
Rechnerische Verankerungstiefe	150 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-20/0603, Option 1, Ertellungsdatum 13.11.2020

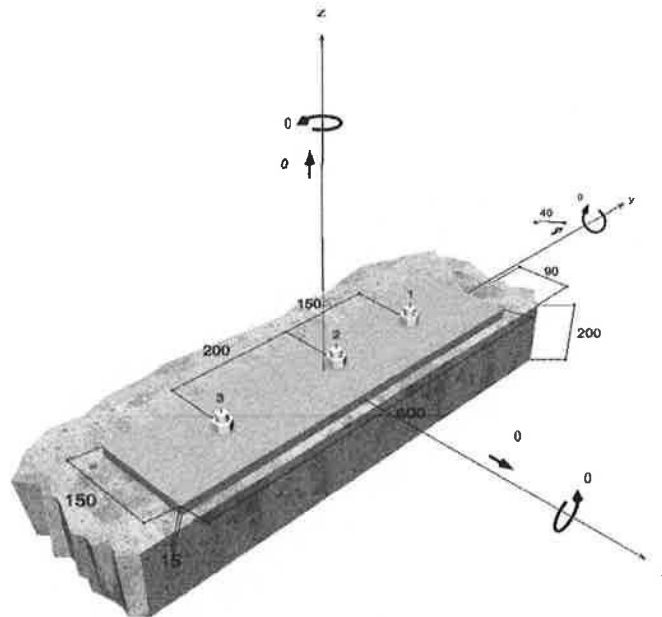


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(Inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN1992-4:2018 Verbundanker
Verankerungsgrund	C20/25, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Temperaturbereich	24 °C Langzeittemperatur, 40 °C Kurzzeittemperatur
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	150 mm x 600 mm x 15 mm
Profiltyp	Kein Profil

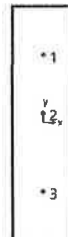
Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	0,00	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	0,00	13,33	0,00	13,33
2	0,00	13,33	0,00	13,33
3	0,00	13,33	0,00	13,33



Max. Betonstauchung :
Max. Betondruckspannung :
Resultierende Zugkraft :
Resultierende Druckkraft :

‰
N/mm²
kN , X/Y Position (/)
kN , X/Y Position (/)

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β _v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	13,33	50,40	26,5
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	40,00	69,87	57,3
Betonkantenbruch	40,00	40,53	98,7

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_T \cdot V_{Rk,s}^0 = 1,00 \cdot 63,00 \text{ kN} = 63,00 \text{ kN}$$

Gl. (7.35)
(7.36)

V _{Rk,s} kN	γ _{Ms}	V _{Rd,s} kN	V _{Ed} kN	β _{vs} %
63,00	1,25	50,40	13,33	26,5

Anker-Nr.	β _{vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	26,5	1	β _{vs,1}
2	26,5	2	β _{vs,2}
3	26,5	3	β _{vs,3}

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 52,40 \text{ kN} = 104,80 \text{ kN}$$

Gl. (7.39c)

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$

Gl. (7.13)

$$N_{Rk,p} = 45,24 \text{ kN} \cdot \frac{242.790 \text{ mm}^2}{190.969 \text{ mm}^2} \cdot 0,824 \cdot 1,106 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 52,40 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1,00 \cdot \pi \cdot 16 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mm} \cdot 6,0 \text{ N/mm}^2 = 45,24 \text{ kN}$$

Gl. (7.14)

$$\Psi_{sus} = 1,00$$

Gl. (7.14a)

$$\alpha_{sus} = 0,00 \leq \Psi_{sus}^0 = 0,76$$

$$s_{cr,Np} = \min \left(7,3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr} \right)^{0,5} ; 3 \cdot h_{ef} \right)$$

Gl. (7.15)

$$\Psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{90 \text{ mm}}{219 \text{ mm}} = 0,824 \leq 1$$

Gl. (7.16)

Gl. (7.20)

$$\Psi_{g,Np} = \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot (\Psi_{g,Np}^0 - 1) \quad \text{Gl. (7.17)}$$

$$\Psi_{g,Np} = 1,289 - \sqrt{\frac{175\text{mm}}{437\text{mm}}} \cdot (1,289 - 1) = 1,106 \geq 1$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,e}}\right)^{1,5} \quad \text{Gl. (7.18)}$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \sqrt{3} - (\sqrt{3} - 1) \cdot \left(\frac{6,0\text{N/mm}^2}{8,4\text{N/mm}^2}\right)^{1,5} = 1,289 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ctk}} = \frac{7,7}{3,14 \cdot 16\text{mm}} \sqrt{150\text{mm} \cdot 20,0\text{N/mm}^2} = 8,4\text{N/mm}^2 \quad \text{Gl. (7.19)}$$

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_s}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.21)}$$

$$\Psi_{re,Np} = 1,000 \quad \text{Gl. (7.5)}$$

$V_{Rk,cp}$ kN	Y_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
104,80	1,50	69,87	40,00	57,3

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3	57,3	1	$\beta_{V,cp;1}$

Betonkantenbruch

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,c})$$



$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V} \quad \text{Gl. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c} = 13,24\text{kN} \cdot \frac{83.700\text{mm}^2}{36.450\text{mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 2,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 60,80\text{kN}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_n \cdot d^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ctk}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{Gl. (7.41)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = 1,7 \cdot (16\text{mm})^{0,129} \cdot (150\text{mm})^{0,071} \cdot \sqrt{20,0\text{N/mm}^2} \cdot (90\text{mm})^{1,5} = 13,24\text{kN}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{150\text{mm}}{90\text{mm}}} = 0,129 \quad \beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d}{c_1}\right)^{0,2} = 0,1 \cdot \left(\frac{16\text{mm}}{90\text{mm}}\right)^{0,2} = 0,071 \quad \text{Gl. (7.42/7.43)}$$

$$\Psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5c_1} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{135\text{mm}}{1,5 \cdot 90\text{mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.45)}$$

$$\Psi_{h,V} = \max\left(1; \sqrt{\frac{1,5c_1}{h}}\right) = \max\left(1; \sqrt{\frac{1,5 \cdot 90\text{mm}}{200\text{mm}}}\right) = 1,000 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.46)}$$

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} = \sqrt{\frac{1}{(\cos 90,0)^2 + (0,5 \cdot \sin 90,0)^2}} = 2,000 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.48)}$$

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2e_s}{3c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0\text{mm}}{3 \cdot 90\text{mm}}} = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.47)}$$

$$\Psi_{re,V} = 1,000$$

$V_{Rk,c}$ kN	Y_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
60,80	1,50	40,53	40,00	98,7

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3	98,7	1	$\beta_{V,c;1}$

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

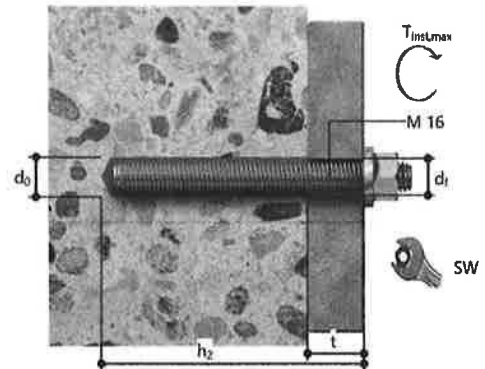
$$\beta_V = \beta_{V,G1} = 0,99 \leq 1$$



Nachweis erfolgreich

Montagedetails

Gewindegröße	M 16
Bohrlochdurchmesser	$d_0 = 18 \text{ mm}$
Bohrlochtiefe	$h_2 = 165 \text{ mm}$
Rechnerische Verankerungstiefe	$h_{ef} = 150 \text{ mm}$
Einbautiefe	$h_{nom} = 150 \text{ mm}$
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	4 x ausblasen, 4 x bürsten, 4 x ausblasen Reinigung des Bohrloches ist nicht notwendig bei Verwendung eines Hohlbóhrers, z.B. fischer FHD
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Maximales Anzugsmoment	$T_{inst,max} = 60,0 \text{ Nm}$
Schlüsselweite SW	24 mm
Ankerplattendicke	$t = 15 \text{ mm}$
Gesamte Befestigungsdicke t_{fix}	$t_{fix} = 15 \text{ mm}$
Mörtelvolumen je Bohrloch	20 ml/10 Skalenteil



1.06.3.2 Hauptträger IPE 270

Der Hauptträger spannt zwischen den Stützen (C/10) und (D/10) . Er stellt das Auflager für die quer angeordneten Deckenträger dar. Die Trägerlänge beträgt ca. 5,50m.
Die Deckenträger wirken als Kippsicherung.

gewählt: **IPE270 L= 5500mm**
S235, Stützenanschluss mit verschraubtem Kopfplattenstoß

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

aus Deckenebene

Pos. 1.06.2.2, Aufl. 2

$$\begin{aligned} \text{mit } e_1 &= (0,815+0,85)/2 &= & 0,83 \text{ m} \\ G_{1.06.2.2_1} &= 8,08 \cdot e_1 &= & 6,71 \text{ kN} \\ Q_{1.06.2.2_1} &= 7,50 \cdot e_1 &= & 6,22 \text{ kN} \end{aligned}$$

Pos. 1.06.2.6, Aufl. 2

$$\begin{aligned} \text{mit } e_{2_3} &= 0,85 \text{ m} \\ G_{1.06.2.6_2_3} &= 8,84 \cdot e_{2_3} &= & 7,51 \text{ kN} \\ Q_{1.06.2.6_2_3} &= 7,5 \cdot e_{2_3} &= & 6,38 \text{ kN} \end{aligned}$$

Pos. 1.06.2.2, Aufl. 2

$$\begin{aligned} \text{mit } e_4 &= 0,85 \text{ m} \\ G_{1.06.2.2_4} &= 8,08 \cdot e_4 &= & 6,87 \text{ kN} \\ Q_{1.06.2.2_4} &= 7,50 \cdot e_4 &= & 6,38 \text{ kN} \end{aligned}$$

Pos. 1.06.2.4, Aufl. 2

$$\begin{aligned} \text{mit } e_5 &= (0,85+0,70)/2 &= & 0,78 \text{ m} \\ G_{1.06.2.4_5} &= 9,76 \cdot e_5 &= & 7,61 \text{ kN} \\ Q_{1.06.2.4_5} &= 8,80 \cdot e_5 &= & 6,86 \text{ kN} \end{aligned}$$

Pos. 1.06.2.2, Aufl. 2

$$\begin{aligned} \text{mit } e_6 &= 0,70 \text{ m} \\ G_{1.06.2.2_6} &= 8,08 \cdot e_6 &= & 5,66 \text{ kN} \\ Q_{1.06.2.2_6} &= 7,50 \cdot e_6 &= & 5,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

Pos. 1.06.2.7, Aufl. 2

$$\begin{aligned} \text{mit } e_7 &= 0,70/2+0,14 &= & 0,49 \text{ m} \\ G_{1.06.2.7_7} &= 12,33 \cdot e_7 &= & 6,04 \text{ kN} \\ Q_{1.06.2.7_7} &= 8,44 \cdot e_7 &= & 4,14 \text{ kN} \end{aligned}$$

Nachweise

Grundparameter

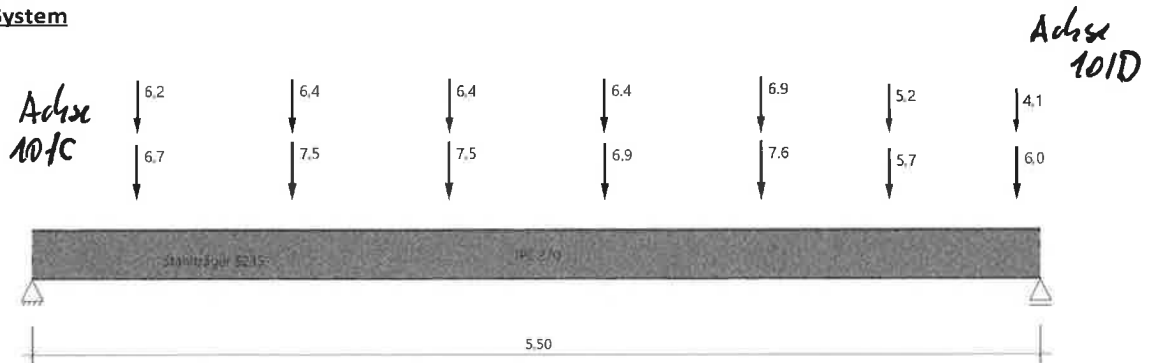
DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 270	5790	420	429	62	45.9
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : im Abstand x0 = 1.00 m am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W [kN]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	0.57	6.7 kN	ständig		
	2	kraft	0.57	6.2 kN	Kat. C		
	3	kraft	1.42	7.5 kN	ständig		
	4	kraft	1.42	6.4 kN	Kat. C		
	5	kraft	2.27	7.5 kN	ständig		
	6	kraft	2.27	6.4 kN	Kat. C		
	7	kraft	3.12	6.9 kN	ständig		
	8	kraft	3.12	6.4 kN	Kat. C		
	9	kraft	3.97	7.6 kN	ständig		

Bezug	Nr	Art	A [m]	W [kN]	EG	Zus	Alt
	10	kraft	3.97	6.9	Kat. C		
	11	kraft	4.67	5.7	ständig		
	12	kraft	4.67	5.3	Kat. C		
	13	kraft	5.37	6.0	ständig		
	14	kraft	5.37	4.1	Kat. C		
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammenhörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe							

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	1.06.2.2
2	1.06.2.2
3	1.06.2.6
4	1.06.2.6
5	1.06.2.6
6	1.06.2.6
7	1.06.2.2
8	1.06.2.2
9	1.06.2.4
10	1.06.2.4
11	1.06.2.2
12	1.06.2.2
13	1.06.2.7
14	1.06.2.7

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 198 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{F,sup}$ oder $\gamma_{F,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
		Felder $l_{eff}/300$

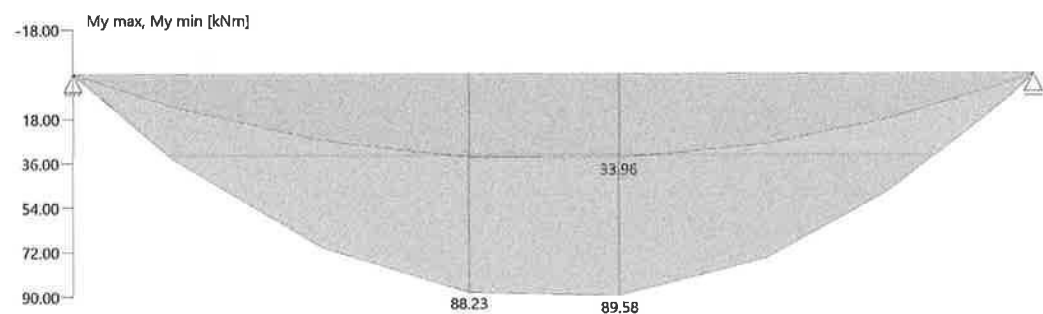
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.79	0.86	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.89

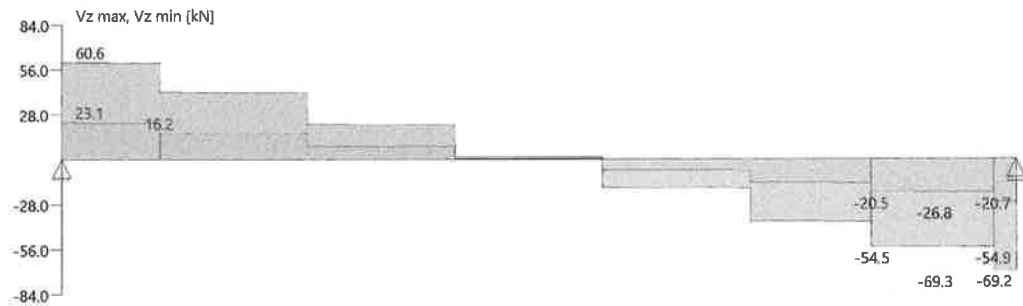
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	ηV_z	$M_{y,Ed}$ [kNm]	ηM_y	η	Lk
Feld 1	0.00	1	60.6	0.20	0.00	0.00	0.20	1
	0.57	1	60.4	0.20	34.19	0.30	0.30	1
	0.57	1	51.3	0.17	34.19	0.30	0.30	1
	0.57	1	51.3	0.17	34.44	0.30	0.30	1
	0.57	1	42.0	0.14	34.44	0.30	0.30	1
	1.42	1	41.6	0.14	69.77	0.61	0.61	1
	1.42	1	31.5	0.10	69.77	0.61	0.61	1
	1.42	1	31.5	0.10	69.92	0.61	0.61	1
	1.42	1	21.9	0.07	69.92	0.61	0.61	1
	2.27	1	21.5	0.07	88.23	0.77	0.77	1
	2.27	1	11.3	0.04	88.23	0.77	0.77	1
	2.27	1	11.3	0.04	88.29	0.77	0.77	1
	2.27	1	1.7	0.01	88.29	0.77	0.77	1
	3.12	1	1.3	0.00	89.58	0.79	0.79	1
	3.12	1	-17.6	0.06	89.58	0.79	0.79	1
	3.97	1	-18.0	0.06	74.45	0.65	0.65	1
	3.97	1	-38.6	0.13	74.45	0.65	0.65	1
	4.67	1	-39.0	0.13	47.30	0.41	0.41	1
	4.67	1	-54.5	0.18	47.30	0.41	0.41	1
	5.37	1	-54.9	0.18	9.00	0.08	0.18	1
	5.37	1	-69.2	0.23	9.00	0.08	0.23	1
	5.50	1	-69.3	0.23	0.00	0.00	0.23	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
3.12	1	0.0	89.17	6.54	0.86	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

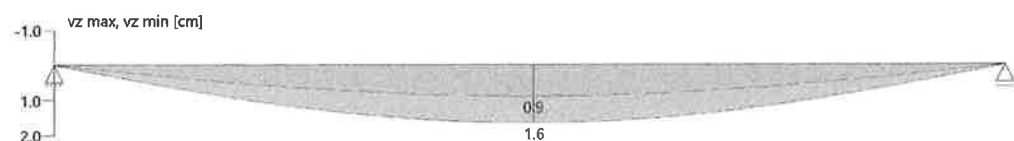
$$M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) = 0.86$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 89.17 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 1393.28 \text{ kNm} \\ \lambda_{it} &= 0.29 \\ \chi_{it} &= 1.00 \\ M_{y,Rd} &= 114.06 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 3.12 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.89	0.0	1.6	1.6	0.33	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.89	5.50	0.00	5.50	0.9	1.6	1.8	0.89	3

Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate x der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	23.1	23.1 19.6		
2	5.50	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	26.8	26.8 22.0		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	60.6 23.1	
2	5.50	Lk 1 Lk 2	69.3 26.8	

Anschluss an Bestandstützen Pos. 2.04, Achsen 10/C, 10/D

wie Pos. 1.06.3.1

1.06.4 Hauptträger I360/ IPE270

Der Hauptträger spannt etwa zwischen den Stützen (B/9) und (D/9). Er stellt das Auflager für die quer angeordneten Deckenträger dar. Die Anschlüsse werden als Schraubverbindungen mit jeweils beidseitig am Steg verschraubten Winkeln ausgeführt. Die Deckenträger wirken als Kippsicherung. Der Träger verläuft entlang des Lastenaufzugsschachtes. Der Trägeranfang ist mit dem Hauptträger in Achse B verbunden.

aus Deckenebene

Pos. 1.06.2.2, Aufl. 1

$$g_{De1} = 9,74 \text{ kN/m}$$

$$q_{De1} = 7,50 \text{ kN/m}$$

als Linienlasten bereichsweise auf Träger angesetzt

Einzellasten aus Deckenträger Pos. 1.06.2.3, Aufl. 1

$$G_1 = 18,14 \text{ kN}$$

$$Q_1 = 7,09 \text{ kN}$$

Einzellasten aus Stichträger Pos. 1.06.2.2.1 (Stichträger), Aufl. 1

$$G_2 = 4,21 \cdot 0,7 = 2,95 \text{ kN}$$

$$Q_2 = 3,00 \cdot 0,7 = 2,10 \text{ kN}$$

Einzellasten aus Deckenträger Pos. 1.06.2.6, Aufl. 1

(Differenz aus Auflagerkraft und durch Linienlast berücksichtigter Beanspruchung)

$$G_3 = (12,54 - g_{De1}) \cdot 0,9 = 2,52 \text{ kN}$$

$$Q_2 = (7,5 - 7,5) \cdot 0,9 = 0,00 \text{ kN}$$

Trägerabschnitt 1

aus Wandabschnitt von OK Deckenebene - Podestebene (Zugang Maschineneraum Aufzug

$$g_{W1} = 1,50 \text{ kN/m}$$

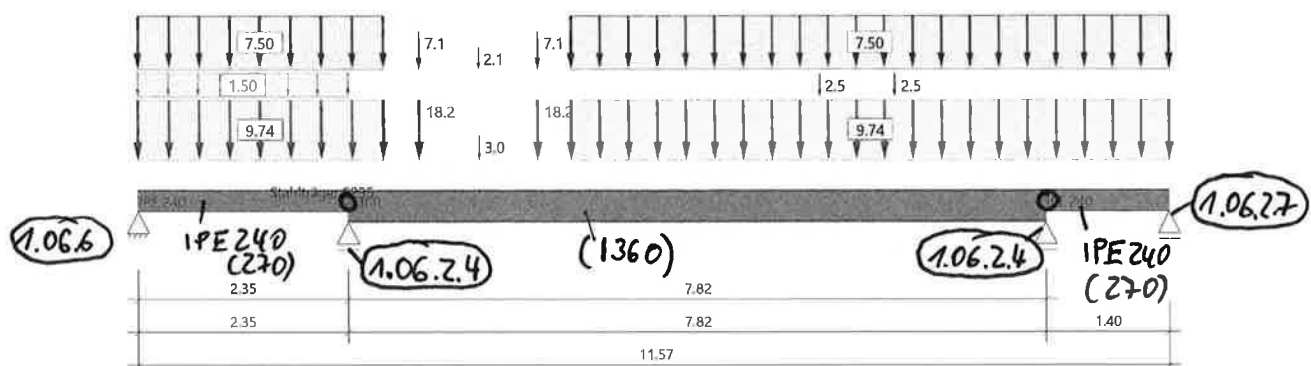
Nachweise

Mittelfeld mit I360, Randfelder mit IPE240

Grundparameter

DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08, S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 240	3892	284	324	47	39.1
IPE 240	3892	284	324	47	39.1
I 360	19610	818	1118	134	97.0

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt	
		Anfang	Ende
1	2.35	IPE 240	IPE 240
2	7.82	I 360	I 360
3	1.40	IPE 240	IPE 240

Gelenke :

- in Feld 1 bei $x = 235 \text{ cm}$
- in Feld 2 bei $x = 782 \text{ cm}$

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.35	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	10.17	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	11.57	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seltliche Halterung in y-Richtung : im Abstand $x_0 = 1.00 \text{ m}$ am Schubmittelpunkt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	3.14	18.2 kN	ständig		
	2	kraft	3.81	3.0 kN	ständig		
	3	kraft	4.48	18.2 kN	ständig		
	4	kraft	3.14	7.1 kN	Kat. C		
	5	kraft	3.81	2.1 kN	Kat. C		
	6	kraft	4.48	7.1 kN	Kat. C		
	7	kraft	7.64	2.5 kN	ständig		
	8	kraft	8.49	2.5 kN	ständig		

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	1.06.2.3
2	1.06.2.2.2
3	1.06.2.3
4	1.06.2.3
5	1.06.2.2.2
6	1.06.2.3
7	1.06.2.6
8	1.06.2.6

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	9	TL		2.74		9.74	9.74	Nein	ständig		
	10	TL	4.86	6.71		9.74	9.74	Nein	ständig		
	11	TL		2.74		7.50	7.50	Ja	Kat. C		
	12	TL	4.86	6.71		7.50	7.50	Ja	Kat. C		
	13	TL		2.35		1.50	1.50	Nein	ständig		
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
9	Decke
10	Decke
11	Decke
12	Decke
13	g_TW

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 711 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

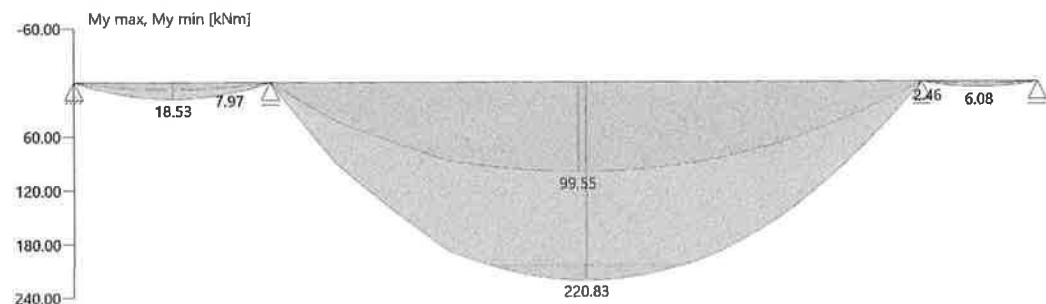
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.74	0.85	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.94

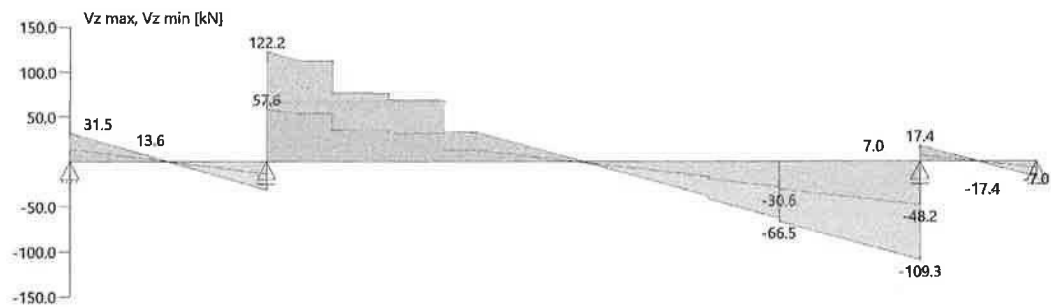
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	ηV_z	$M_{y,Ed}$ [kNm]	ηM_y	η	Lk
Feld 1	0.00	1	31.5	0.12	0.00	0.00	0.12	1
	1.18	1	0.0	0.00	18.53	0.21	0.21	1
	2.35	1	-31.5	0.12	0.00	0.00	0.12	1
Feld 2	2.35	1	122.2	0.18	0.00	0.00	0.18	3
	3.14	1	111.9	0.17	90.59	0.30	0.30	3
	3.14	1	76.7	0.12	90.59	0.30	0.30	3
	3.81	1	76.0	0.11	141.75	0.47	0.47	3
	3.81	1	68.8	0.10	141.75	0.47	0.47	3
	4.48	1	68.1	0.10	187.62	0.63	0.63	3
	4.48	1	32.9	0.05	187.62	0.63	0.63	3
	6.14	1	0.0	0.00	220.83	0.74	0.74	3
	7.64	1	-38.2	0.06	192.17	0.64	0.64	3
	7.64	1	-41.6	0.06	192.17	0.64	0.64	3
	8.49	1	-63.2	0.10	147.67	0.49	0.49	3
	8.49	1	-66.5	0.10	147.67	0.49	0.49	3
	10.17	1	-109.3	0.16	0.00	0.00	0.16	3
Feld 3	10.17	1	17.4	0.07	0.00	0.00	0.07	4
	10.87	1	0.0	0.00	6.08	0.07	0.07	4
	11.57	1	-17.4	0.07	0.00	0.00	0.07	4

Gelenke max/min mit zugehörigen Schnittkräfte (Bemessungswerte)

Nr	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]
1	2.35	0.00	-31.5
		0.00	77.8
			122.2
2	10.17	0.00	-48.2
		0.00	17.4
			17.4
			-109.3

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
6.00	1	0.0	220.78	6.54	0.85	6

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normkraft (Gl. 6.54)

$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) = 0.85$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 220.78 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 1316.99 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.48 \\ \chi_{lt} &= 0.96 \\ M_{y,Rd} &= 299.50 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 6 bei x = 6.00 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

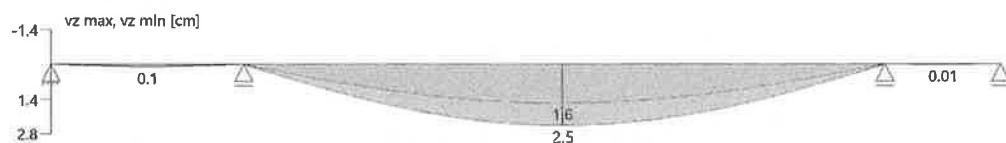
Gelenke charakteristisch max/min je Ewg mit zugehörigen Schnittkräften

Nr	x [m]	Einwirkung	$M_{y,k}$ [kNm]	$V_{z,k}$ [kN]	
1	2.35	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche		57.6 -13.6 29.6 -8.8	max min max min
2	10.17	ständig		7.0 -48.2	max min

Nr	x [m]	Einwirkung	$M_{y,k}$ [kNm]	$V_{z,k}$ [kN]	
		Kat. C: Versammlungsbereiche		5.3 -29.4	max min

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.18	0.0	0.1	0.1	0.02	8
Feld 2	3.78	0.0	2.5	2.5	0.49	7
Feld 3	0.70	0.0	0.01	0.01	0.00	9

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.18	2.35	0.00	2.35	0.1	0.1	0.8	0.12	8
Feld 2	3.78	7.82	0.00	7.82	1.6	2.5	2.6	0.94	7
Feld 3	0.70	1.40	0.00	1.40	0.01	0.01	0.5	0.02	9

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,Ed}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	13.6	13.6 8.8		
2	2.35	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	71.2	71.2 38.4		
3	10.17	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	55.3	55.3 34.7		
4	11.57	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	7.0	7.0 5.3		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 5 Lk 2	31.5 13.6	
2	2.35	Lk 5 Lk 2	153.8 71.2	
3	10.17	Lk 6 Lk 2	126.6 55.3	
4	11.57	Lk 6 Lk 2	17.4 7.0	

**Trägerabschnitt 1, IPE240
 Anschluss an Hauptträger Pos. 1.06.6**

V_{z,d}=

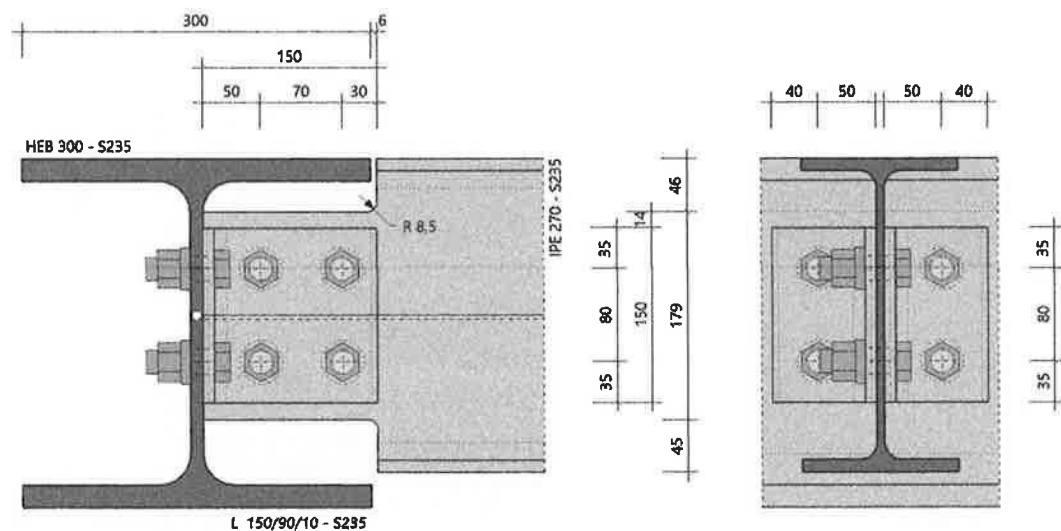
31,50 kN

Nachweis mit V_{z,d}= 40 kN

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 2 x M20 + 4 x M20

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b ₀ mm	h _{steg} mm	t ₀ mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger	HEB 300	300	300	208	19	11	27	300	19
Nebenträger	IPE 270	270	135	220	10	7	15	135	10
Nebenträger	Auslinkung	179				7			

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	0	0	

Auslinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Höhe unten eT2 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _a mm	Radius Brennschnitt r mm
beidseitig, mit Brennschnitt	46	45	150	179	8.5

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	h mm	b mm	ts mm	r mm
L 150/90/10	mittig auf Achse NT	14	an Nebenträger	150	150	90	10	10

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	do mm
M20	4.6	rohe Schraube	Gewinde	22.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 2 = 4 Schrauben M20 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe			
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm	
40	50	35	80	35	

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 2 = 4 Schrauben M20 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
50	70	30	35	80	35

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	40.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 2 M20

V _{zd} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{sd} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
20.0	32.0	1.00	16.0	10.0	12.5

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a	Hauptträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN
vert.(z)	10.0	175	80	66	-	0.96	2.50	152.4	0.07	1.00	2.50	158.4	0.06
horz.(x)	12.5	66	-	175	80	-	-	-	-	1.00	2.50	158.4	0.08

Richtung	V _a	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
	kN	mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	10.0	35	80	40	-	0.96	2.50	138.5	0.07	0.53	2.50	76.4	0.13
horz.(x)	12.5	40	-	35	80	-	-	-	-	0.61	2.50	87.3	0.14

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
16.0	0.60	47.0	0.34

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 2 M20

V _{zd} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{sd} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
40.0	113.0	3.40	23.8	20.5	12.0

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Nebenträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	20.5	49	80	50	70	0.96	2.50	91.4	0.22	0.74	2.50	70.6	0.29
horz.(x)	12.0	50	70	49	80	0.81	2.50	77.0	0.16	0.76	2.50	72.0	0.17

Richtung	V _a kN	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	20.5	35	80	30	70	0.96	2.50	277.1	0.07	0.53	2.12	129.4	0.16
horz.(x)	12.0	30	70	35	80	0.81	2.50	233.5	0.05	0.45	2.50	130.9	0.09

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
23.8	0.60	94.1	0.25

Blockversagen

Bauteil	A _{nv} cm ²	A _{nt} cm ²	V _{eff,2,Rd} kN	η
Nebenträger	6.3	5.7	168.6	0.24
Winkel	8.2	6.7	207.7	0.10

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (Rechteck)					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	t _s	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
179	7	11.8	26.4	315.4	40.0	150	-6.00	235.0	135.7	-170.2	50.8	170.2	0.72

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	b	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
150	10	15.0	28.1	281.3	20.0	85	-1.70	235.0	135.7	-45.3	20.0	45.3	0.19

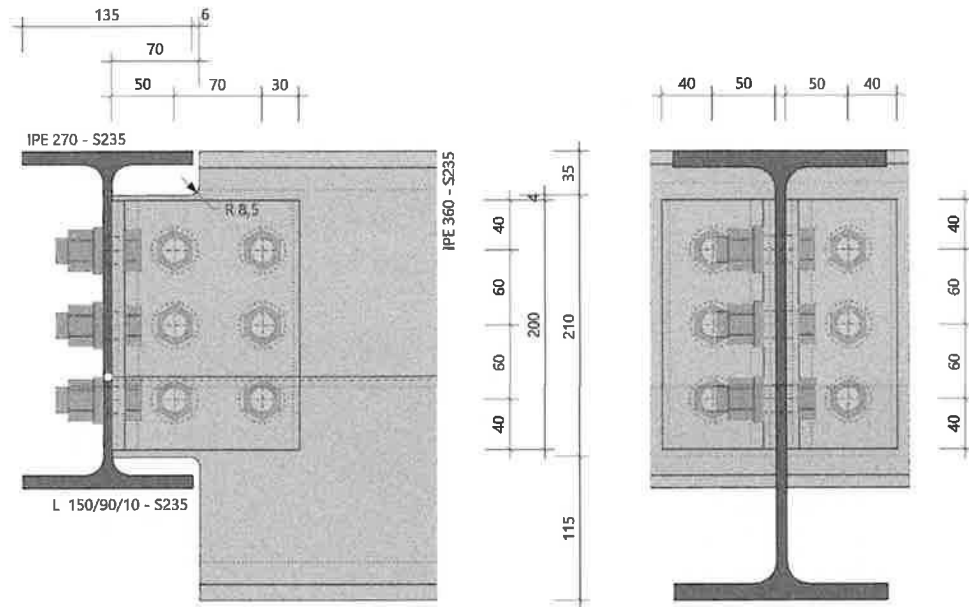
mittlerer Trägerabschnitt Anschluss an Deckenträger Pos. 1.06.2.4

Nachweis mit IPE360, $V_{z,d} = 125 \text{ kN}$

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 3 x M20 + 6 x M20

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b _o mm	h _{steg} mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _o mm	t _u mm
Hauptträger	IPE 270	270	135	220	10	7	15	135	10
Nebenträger	IPE 360	360	170	299	13	8	18	170	13
Nebenträger	Ausklung	210				8			

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	0	0	

Ausklung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Höhe unten eT2 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _u mm	Radius Brennschnitt r mm
beidseitig, mit Brennschnitt	35	115	70	210	8.5

Winkel

Name	Anordnung		langer Schenkel	Länge l mm	Abmessungen Querschnitt			
	Lage	Abstand u _w mm			h mm	b mm	t _s mm	r mm
L 150/90/10	nach Vorgabe	4	an Nebenträger	200	150	90	10	10

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d _s mm
M20	4.6	rohe Schraube	Gewinde	22.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 3 = 6 Schrauben M20 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	2 x p1 mm	e1,2 mm
40	50	40	60	40

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 3 = 6 Schrauben M20 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	2 x p1 mm	e1,2 mm
50	70	30	40	60	40

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	125.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 3 M20

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
62.5	72.0	3.13	33.3	20.8	26.0

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Hauptträger								Rand			
		e1 mm	p1 mm	e2 mm	p2 mm	Mitte α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	20.8	199	60	66	-	0.66	2.50	62.6	0.33	1.00	2.50	95.0	0.22
horz.(x)	26.0	66	-	199	60	-	-	-	-	1.00	2.12	80.5	0.32

Richtung	V _a kN	Winkel								Rand			
		e1 mm	p1 mm	e2 mm	p2 mm	Mitte α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	20.8	40	60	40	-	0.66	2.50	94.9	0.22	0.61	2.50	87.3	0.24
horz.(x)	26.0	40	-	40	60	-	-	-	-	0.61	2.12	73.9	0.35

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
33.3	0.60	47.0	0.71

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 3 M20

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
125.0	217.5	10.63	47.9	37.9	29.3

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Nebenträger								Rand			
		e1 mm	p1 mm	e2 mm	p2 mm	Mitte α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	37.9	44	60	50	70	0.66	2.50	75.9	0.50	0.67	2.50	76.8	0.49
horz.(x)	29.3	50	70	44	60	0.81	2.12	79.1	0.37	0.76	2.12	73.9	0.40

Richtung	V _a kN	Winkel								Rand			
		e1 mm	p1 mm	e2 mm	p2 mm	Mitte α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	37.9	40	60	30	70	0.66	2.50	189.8	0.20	0.61	2.12	147.9	0.26
horz.(x)	29.3	30	70	40	60	0.81	2.12	197.8	0.15	0.45	2.12	110.9	0.26

Abschertragfähigkeit

V_a kN	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	η
47.9	0.60	94.1	0.51

Blockversagen

Bauteil	A_{nv} cm ²	A_{nt} cm ²	$V_{eff,2,Rd}$ kN	η
Nebenträger	8.7	7.0	218.5	0.57
Winkel	10.5	6.7	238.9	0.26

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (Rechteck)					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h mm	t _s mm	A cm ²	S _y cm ³	I _y cm ⁴	V _z kN	eM _y mm	M _y kNm	σ _{Rd} N/mm ²	τ _{Rd} N/mm ²	σ _d N/mm ²	τ _d N/mm ²	σ _{d,V} N/mm ²	η
210	8	16.8	44.0	615.6	125.0	70	-8.75	235.0	135.7	-149.1	111.7	193.5	0.82

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt				Schnittgrößen			Tragfähigkeit						
h	b	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,V}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
200	10	20.0	50.0	666.7	62.5	85	-5.31	235.0	135.7	-79.7	46.9	81.2	0.35

Trägerabschnitt 3

Anschluss an Randprofil Pos. 1.06.2.7, IPE240

Querkraft am Anschluss $V_{z,d} = 17,4\text{kN}$

2x Winkel 150x90x10 mit Verschraubung M20, analog Trägerabschnitt 1

1.06.5 Hauptträger HEA300

Der Hauptträger spannt zwischen den Stützen (A/10) und (A/9). Er stellt das Auflager für die quer angeordneten Deckenträger dar. Seine Trägerlänge beträgt etwa 8,9m. Die Deckenträger wirken als Kippsicherung. Die Lastweiterleitung erfolgt durch die neuen Stb.-Stützen.

Lastzusammenstellung:
 siehe 1.06!

Eigengewicht

Deckenträgerauflager Pos. 1.06.2.1 $g_1 =$ 5,38 kN/m

leichte Trennwand in Ebene 3 mit $h = 3,6\text{m}$, $g = 0,80\text{ kN/m}^2$

$g_{LTW} = 0,8 \cdot 3,6 =$ 2,88 kN/m

Einzellast aus Pos. 1.06.2.1.1

$G_{1.06.2.1.1} = 31,06 \cdot 0,43 =$ 13,36 kN

- Nutzlasten

Deckenträgerauflager Pos. 1.06.2.1 $q_1 =$ 5,75 kN/m

Einzellast aus Pos. 1.06.2.1.1, *Aufl. 1*

$Q_{1.06.2.1.1} = 5,65 \cdot 0,43 =$ 2,43 kN

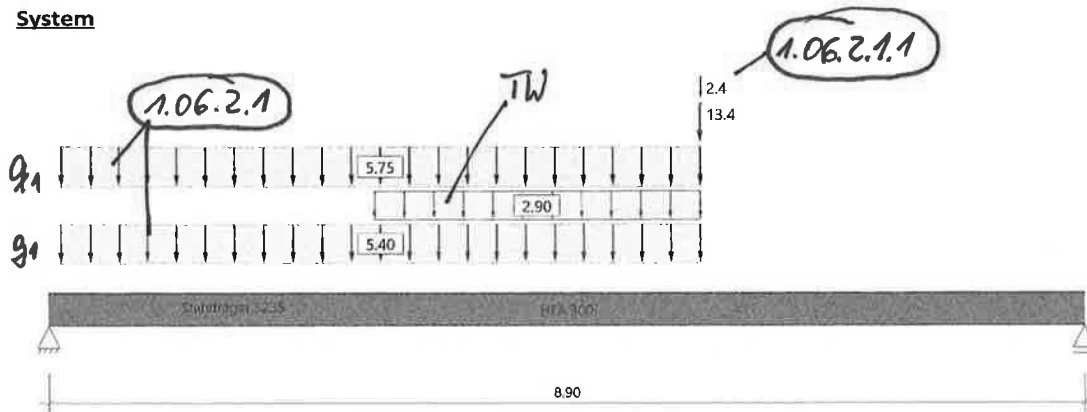
gewählt: **HEA300, S235**

Nachweise

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Material

Material S235

$E_k = 210000\text{ N/mm}^2$
 $\gamma = 78.50\text{ kN/m}^3$

$G_k = 80769\text{ N/mm}^2$
 $\mu = 0.30$
 $\beta_w = 0.80$
 $f_{yk} = 235.00\text{ N/mm}^2$
 $f_{uk} = 360.00\text{ N/mm}^2$

Streckgrenze $t \leq 40\text{ mm}$
 Zugfestigkeit $t \leq 40\text{ mm}$

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 300	18300	6310	1260	421	113.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	8.90	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : In Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	5.60	13.4 kN	ständig Kat. C		
	2	kraft	5.60	2.4 kN			
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lastelneinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe							

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	1.06.2.1.1
2	1.06.2.1.1

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	TL	0.10	5.50		5.40	5.40	Nein	ständig Kat. C ständig		
	4	TL	0.10	5.50		5.75	5.75	Ja			
	5	TL	2.80	2.80		2.90	2.90	Nein			
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
3	1.06.2.1
4	1.06.2.1
5	TW

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 789 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

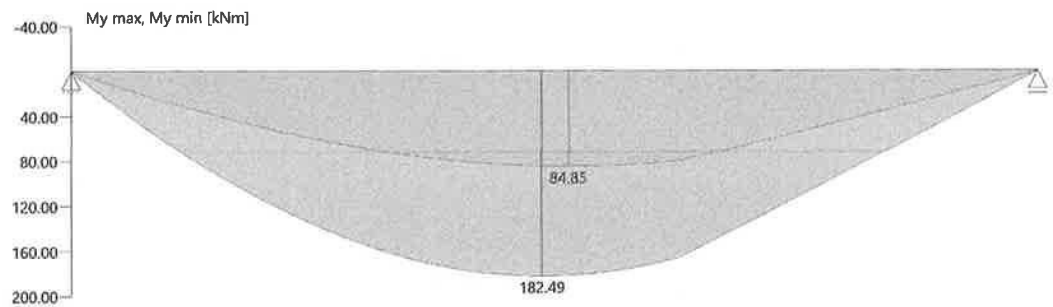
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stab}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.56	0.63	0.91

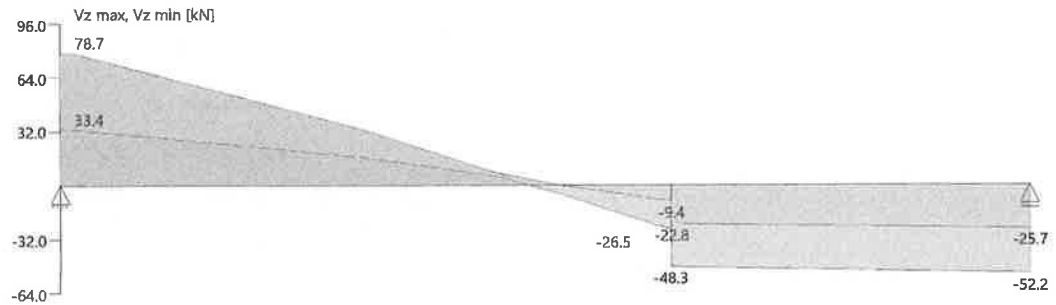
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	78.7	0.15	0.00	0.00	0.15	1
	4.34	1	0.0	0.00	182.49	0.56	0.56	1
	5.60	1	-26.5	0.05	165.77	0.51	0.51	1
	5.60	1	-48.3	0.09	165.77	0.51	0.51	1
	8.90	1	-52.2	0.10	0.00	0.00	0.10	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
4.29	1	0.0	182.46	6.54	0.63	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

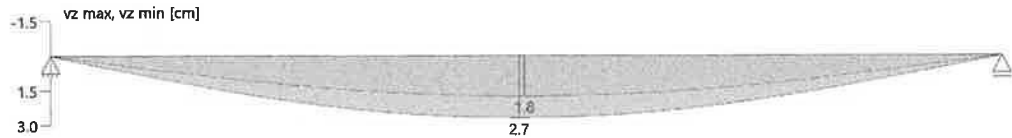
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) = 0.63$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 182.46 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 1471.17 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.47 \\ \chi_{lt} &= 0.97 \\ M_{y,Rk} &= 326.14 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei $x = 4.29 \text{ m}$ nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.35	0.0	2.7	2.7	0.54	3

Verformungsnachweis - Relativverformung $\ln z f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.35	8.90	0.00	8.90	1.8	2.7	3.0	0.91	3

Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate x der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

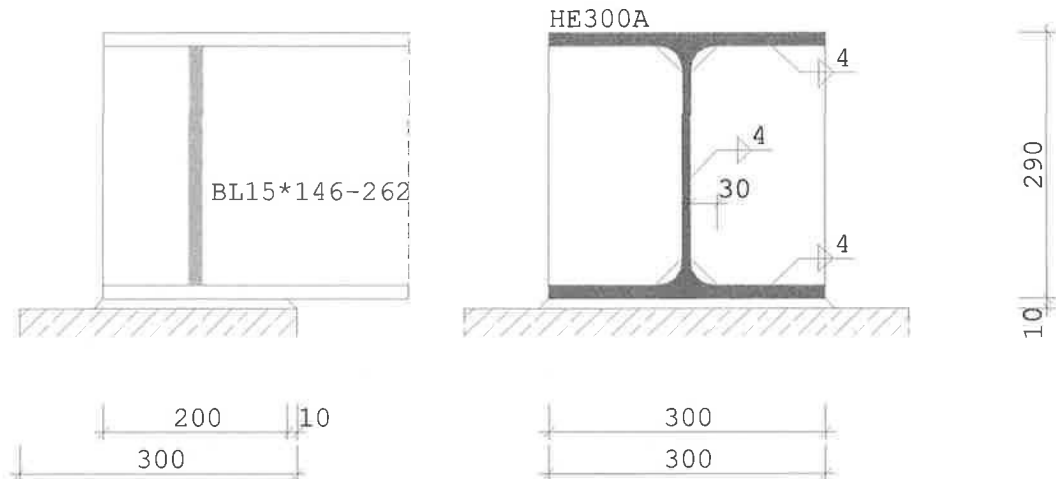
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	33.4	33.4 22.4		
2	8.90	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	25.7	25.7 11.7		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	78.7 33.4	
2	8.90	Lk 1 Lk 2	52.2 25.7	

A-11.1, Ad-se A110,
Anschluss auf Stb.- Stütze 1.06.9.3, $V_{z,d} = 78.7 \text{ kN}$

Nachweis mit $V_{z,d} = 90 \text{ kN}$



Träger auf Wand : Auflagerkraft $F_d =$		90.00 kN	
Norm	DIN EN 1993		
Träger	: HE300A		
Stahl	S235	$f_{yk} = 235.0 \text{ N/mm}^2$	$f_{uk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$
		$f_{vw,d} = 207.8 \text{ N/mm}^2$	$\beta_w = 0.80$
Beton	: C25/30	$f_{cd} = 14.2 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_{M0} = 1.00$
Auflager	: Mörtelfuge	200 / 300 / 10 mm	$\gamma_{M2} = 1.25$

Nachweis des Trägers mit dreiseitigem Rippenanschluß

Rippe	Breite	$b_R = 145.8 \text{ mm}$	$\leq \max b_R = 145.8 \text{ mm}$
	Höhe	$h_R = 262.0 \text{ mm}$	
	Aussparung	$c_R = 30.0 \text{ mm}$	
	Dicke	$t_R = 15.0 \text{ mm}$	$\geq \text{erft}_R = 13.2 \text{ mm}$
			$\eta = 0.88$

Kraft pro Rippe	vertikal :		horizontal :
	$F_1 = 28.88 \text{ kN}$		$F_2 = 9.69 \text{ kN}$

Doppelkehlnaht am belasteten unteren Flansch (Index 1) :

Geometrie	Dicke	$aw_1 = 4.0 \text{ mm}$	
	Länge	$lw_1 = 115.8 \text{ mm}$	
	Fläche	$Aw_1 = 926.0 \text{ mm}^2$	
Spannungen	$\sigma_{wd,1} = 31.2 \text{ N/mm}^2$	$\tau_{wd,1} = 10.5 \text{ N/mm}^2$	
Vergleichsspannung	$\sigma_{wd,V,1} = 32.9 \text{ N/mm}^2$		
Nachweis	$\sigma_{wd} = 32.9 \text{ N/mm}^2 / f_{vwd} = 207.8 \text{ N/mm}^2$	$\eta = 0.16 < 1$	

Doppelkehlnaht am Steg (Index 2) :

Geometrie	Dicke	$aw_2 = 4.0 \text{ mm}$	
	Länge	$lw_2 = 202.0 \text{ mm}$	
	Fläche	$Aw_2 = 1616.0 \text{ mm}^2$	
Spannungen	$\tau_{wd,2} = 17.9 \text{ N/mm}^2$		
Nachweis	$\sigma_{wd} = 17.9 \text{ N/mm}^2 / f_{vwd} = 207.8 \text{ N/mm}^2$	$\eta = 0.09 < 1$	

Doppelkehlnaht am unbelasteten oberen Flansch (Index 3) :

Geometrie	Dicke	$aw_3 = 4.0 \text{ mm}$	
	Länge	$lw_3 = 115.8 \text{ mm}$	
	Fläche	$Aw_3 = 926.0 \text{ mm}^2$	
Spannungen	$\tau_{wd,3} = 10.5 \text{ N/mm}^2$		
Nachweis	$\sigma_{wd} = 10.5 \text{ N/mm}^2 / f_{vwd} = 207.8 \text{ N/mm}^2$	$\eta = 0.05 < 1$	

Spannung am Ausrundungsbeginn des Trägerstegs unten :

$\sigma_{dz} = F_d - 2 \cdot F_1 / ($	$283.2 \text{ mm} \cdot 8.5 \text{ mm})$	$= -13.39 \text{ N/mm}^2$
Nachweis	$\sigma_d = 13.4 \text{ N/mm}^2 / f_{yd} = 235.0 \text{ N/mm}^2$	$\eta = 0.06 < 1$

Nachweis des Auflagers

$$\begin{array}{lcl} \sigma_d & = & F_d / (200.0 \text{ mm} * 300.0 \text{ mm}) = -1.50 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Nachweis} & \sigma_d & = 1.5 \text{ N/mm}^2 / f_{cd} = 14.2 \text{ N/mm}^2 \\ & & \eta = 0.11 < 1 \end{array}$$

max $\eta = 0.88 \leq 1$ Nachweis für Stegrippen

Aufl. 2, Adx A/9

Auflager auf Stb.- Stütze Pos. 1.06.9.1

$V_{z,d} = 52,2 \text{ kN}$

Nachweis bei geringerer Beanspruchung wie Aufl. 1

1.06.6 Hauptträger HEB300

Der Hauptträger spannt zwischen den Stützen (B/10) und (B/9). Er stellt das Auflager für die quer angeordneten Deckenträger dar. Seine Trägerlänge beträgt etwa 8,75m. Die Deckenträger wirken als Kippsicherung. Trägeranschlüsse mit verschraubten Kopfplatten an Pos. 2.04/ 1.06.9.2

Belastung

Eigengewicht

Linienlast 1

Deckenträgerauflager Pos. 1.06.2.1 $g_1 =$ 5,38 kN/m

Linienlast 2

Deckenrandstreifen B_0,5m $g_2 =$ 0,50*1,65 = 0,82 kN/m

Einzellast aus Pos. 1.06.2.1.1, Aufl. 2,

$G_{1.06.2.1.1} =$ 43,66*0,43 = 18,77 kN

Einzellast aus Träger Pos. 1.06.4, Aufl. 1,

$G_{1.06.4} =$ 13,60 kN

Einzellast aus Stützenprofil unter Podest Pos. 1.06.7.5 HEA140,

$G_{1.06.7.5} =$ 4,37 kN

aus Trennwandabschnitt

$g_{TW} =$ 0,8*4,2 = 3,4 kN/m

- Nutzlasten

Linienlast 1

Deckenträgerauflager Pos. 1.06.2.1 $q_1 =$ 5,75 kN/m

Linienlast 2

Deckenrandstreifen B_0,5m $q_2 =$ 0,50*2,0 = 1,00 kN/m

Einzellast aus Pos. 1.06.2.1.1, Aufl. 2,

$Q_{1.06.2.1.1} =$ 5,65*0,43 = 2,43 kN

Einzellast aus Träger Pos. 1.06.4, Aufl. 1,

$Q_{1.06.4} =$ 8,80 kN

Einzellast aus Stützenprofil unter Podest Pos. 1.06.7.5 HEA140,

$Q_{1.06.7.5} =$ 6,60 kN

gewählt: **HEB300, S235**

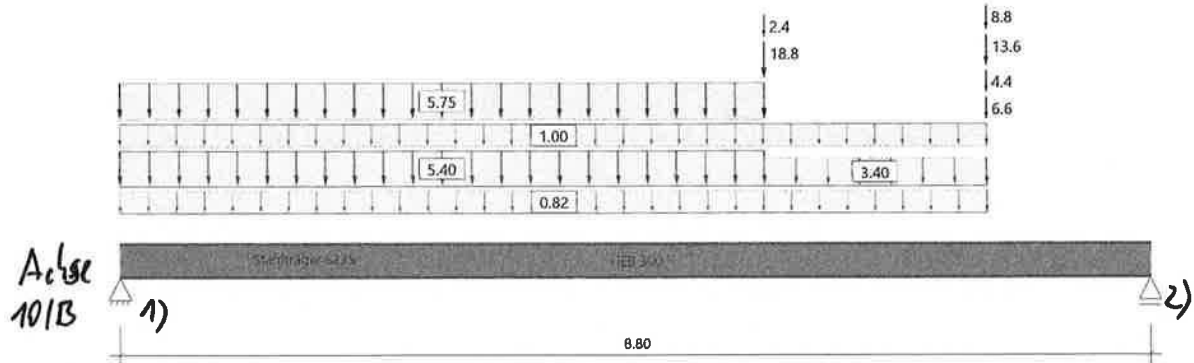
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_{wv} = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEB 300	25170	8563	1678	571	149.1

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	8.80	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in Feldmitte am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	7.40	13.6 kN	ständig		
	2	kraft	7.40	8.8 kN	Kat. C		
	3	kraft	5.50	18.8 kN	ständig		
	4	kraft	5.50	2.4 kN	Kat. C		
	5	kraft	7.40	4.4 kN	ständig		
	6	kraft	7.40	6.6 kN	Kat. C		

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	1.06.4
2	1.06.4
3	1.06.2.1.1
4	1.06.2.1.1
5	1.06.7.5
6	1.06.7.5

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	7	TL		5.50		5.40	5.40	Nein	ständig		
	8	TL		5.50		5.75	5.75	Ja	Kat. C		
	9	TL		7.40		0.82	0.82	Nein	ständig		
	10	TL		7.40		1.00	1.00	Ja	Kat. C		
	11	TL	5.50	1.90		3.40	3.40	Nein	ständig		
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
7	g1
8	q1
9	g2
10	q2
11	g_TW

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1030 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

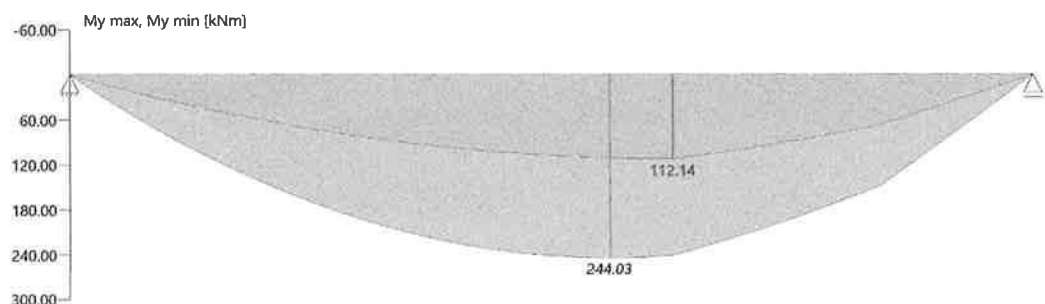
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabl}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.55	0.62	0.89

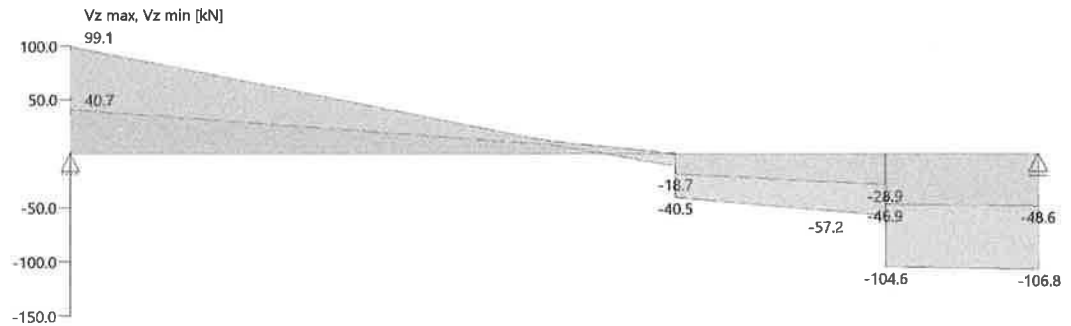
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	QkI	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	99.1	0.15	0.00	0.00	0.15	1
	4.93	1	0.0	0.00	244.03	0.55	0.55	1
	5.50	1	-11.5	0.02	240.73	0.55	0.55	1
	5.50	1	-40.5	0.06	240.73	0.55	0.55	1
	7.40	1	-57.2	0.09	147.95	0.34	0.34	1
	7.40	1	-104.6	0.16	147.95	0.34	0.34	1
	8.80	1	-106.8	0.17	0.00	0.00	0.17	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	QkI	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
4.87	1	0.0	244.00	6.54	0.62	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normkraft (Gl. 6.54)

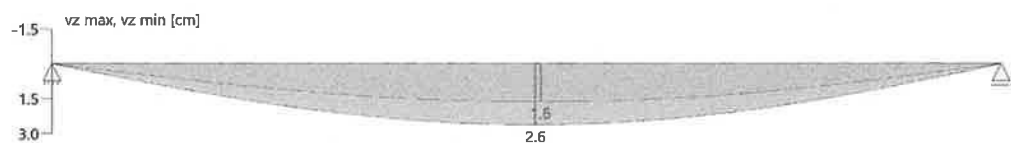
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.62$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 244.00 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 2103.46 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.46 \\ \chi_{lt} &= 0.98 \\ M_{y,Rd} &= 440.21 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 4.87 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5,0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.63	0.0	2.6	2.6	0.52	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.63	8.80	0.00	8.80	1.6	2.6	2.9	0.89	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	40.7	40.7 29.4		
2	8.80	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	48.6	48.6 27.5		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	99.1 40.7	
2	8.80	Lk 1 Lk 2	106.8 48.6	

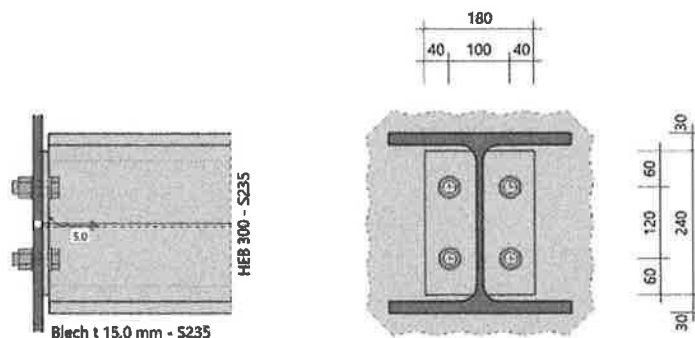
Anschluss an Bestandsstütze Achse B/10, Pos. 2.04 mit verschraubter Kopfplatte

Nachweis mit $V_{z,d} = 120 \text{ kN}$

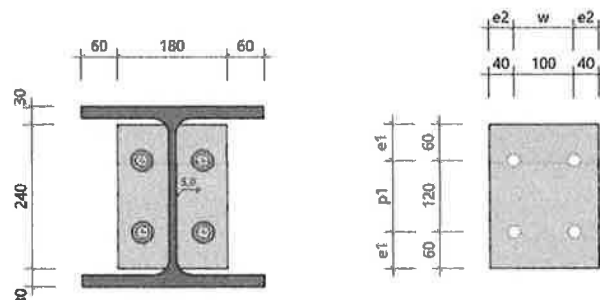
Grundparameter

Grundlagen : Typenprüfung TP-12-0001 basierend auf den Regelungen der DIN EN 1993

System



Detailgrafik Stirnplatte



Modell Träger an Blech

gelenkig ISH 20 4 10 Stahlgüte S235 4 Schrauben M 20 FK 10.9

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b_o mm	t_o mm	t_i mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger	HEB 300	S235	300	300	19	11	27	300	19
Blech		S235				15			

Stirnplatte

Anordnung	Abmessungen			Schweißnaht a _{w,s} mm
	h _p mm	b _p mm	t _p mm	
mittig am Steg vom Träger	240	180	10	5.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 2 = 4 Schrauben M20 - 10.9

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e ₂ mm	w mm	e ₂ mm	e ₁ mm	p _{1,1} mm	e _{1n} mm
40	100	40	60	120	60

Belastung

Bemessungsrelevante Lastfallkombinationen (Bemessungswerte der Schnittgrößen)

Nr Lfk	Bezeichnung	V _{zd} kN
1	Lfk<1>	120.0

maßgebende Schnittgrößen für Bemessung

Stelle	V _{zd} kN
Stabachse im Anschluss	120.0

Ergebnisse

Beanspruchbarkeiten

erforderliche Dicke lastabtragendes Bauteil t _a mm	V _{l,Rd} kN	Versagensmodus
6.2	358.2	B s

Zusammenfassung

Auslastung aus Querkraft

$$\eta = 0.34$$

Stirnplatte mit ausreichender Duktilität für Verwendung in zweiseitigen Anschlüssen.

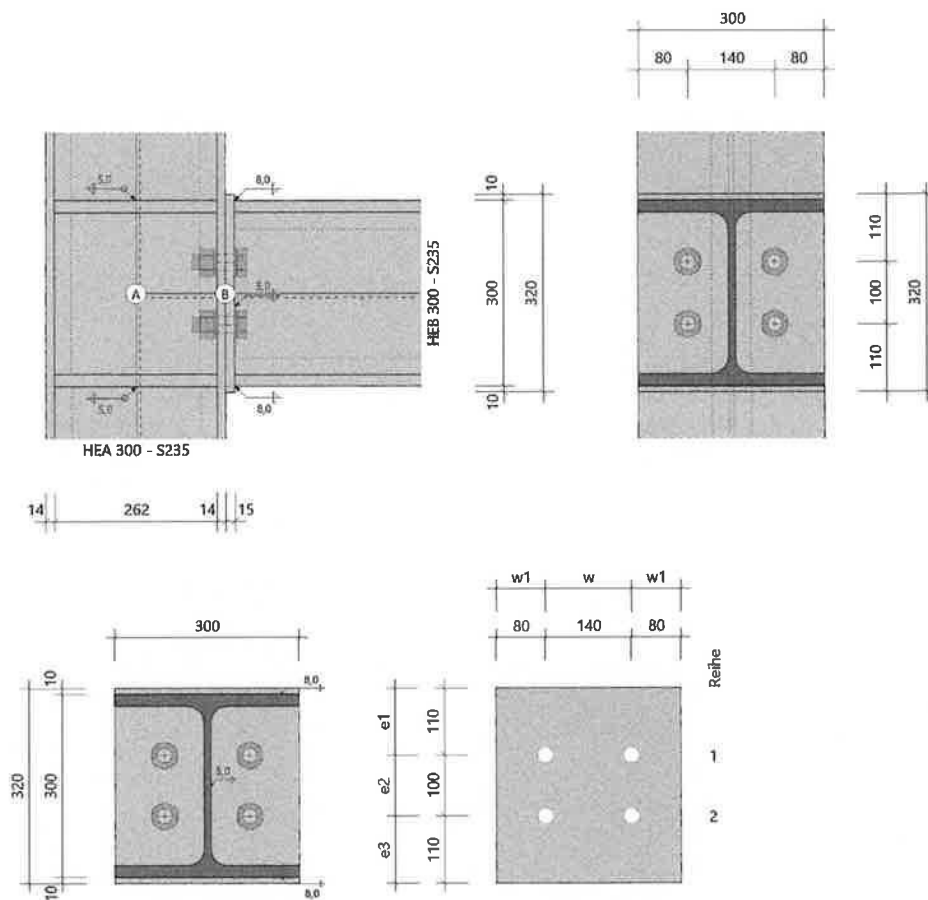
Aufl. 2, Anschluss an Stütze 1.06.9.2 mit verschraubter Kopfplatte

Nachweis mit V_{z,d} = 120 kN

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 F _{trd} Versagensart 1 Standardverfahren Faktor Zugbereich für M _{Rd} Anschlusshöhe f = 0.50 Übertragungsfaktor β = 1.00
Klassifizierung	:	Rahmen seitlich verschieblich I _y 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



Modell : einseitiger Träger an durchgehende Stütze
Schrauben : 4 x M24 - 10.9 (rohe Schraube) Trägerneigung 0.0°

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b _e mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Träger	HEB 300	S235	300	300	19	11	27	300	19
Stütze	HEA 300	S235	290	300	14	9	27	300	14

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d _o mm
Stirnplatte	M24	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	26.0

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen				Schweißnaht		
	a mm	h mm	b mm	t mm		a _{w1,o} mm	a _{w1,s} mm	a _{w1,u} mm
S235	10	320	300	15		8.0	5.0	8.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 2 = 4 Schrauben M24 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm
80	140	80	110	100	110

Steifen

Nr	im Bauteil	an Position	Art	b mm	l mm	t mm	c mm	a _{w1,f} mm	a _{w2,s} mm	a _{w3,f} mm
1	Stütze	Trägergurt oben	Steifen	145	262	20	30	5.0	5.0	5.0
2	Stütze	Trägergurt unten	Steifen	145	262	20	30	5.0	5.0	5.0

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Lfk<1> $\beta_1 = 1.00$

Situation	Schnittufer	Bezugspunkt	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
P/T	Träger rechts	A	0.0	120.0	0.00
	Stütze oben	A	0.0	0.0	0.00
	Stütze unten ^{g)}	A	-120.0	0.0	0.00

^{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

Anschlusschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	0.0	120.0	17.40

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts)	
	1	2
1	V	V
2	N	N

Biegetragfähigkeit MRd

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}^{M_{pl}}$ kNm/m	$\min(F_{t,Rd}, B_{t,Rd})$ kN
1	1	80.0	80.0	58.8	73.6	13.22	254.2

M_{pl} : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzel mm	l_{eff} Gruppen		
			Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	2	369.7	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzel mm	l_{eff} Gruppen			Steifeneinfluß		
			Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	λ_1	λ_2	α
1	2	356.9	-	-	-	0.42	0.52	6.07

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stützengurt

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	σ_{Ned} N/mm ²	$M_{pl,1,Rd}^{M_{pl}}$ kNm/m	$\min(F_{t,Rd}, B_{t,Rd})$ kN
1	1	80.0	80.0	44.2	55.2	-10.6	11.52	254.2

M_{pl} : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzel mm	l_{eff} Gruppen		
			Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	2	277.4	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzel mm	l_{eff} Gruppen			Steifeneinfluß		
			Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	λ_1	λ_2	α
1	2	284.4	-	-	-	0.36	0.60	6.44

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr		F _{tr,Rd} kN	Versagensmodus
	Gurt	Platte		
2	1	1	289.4	Stützenflansch auf Biegung

globale Komponenten Stütze

Stützensteg	p, Beulen	b _{eff,c,w} mm	F _{c,w,Rd} kN	k _w	F _{c,w,Rd} steife kN
Druck	1.00	260.3	432.3	1.00	1214.4

Trägergurt	Querschnittsklasse	V _{pl,Rd} kN	M _{c,Rd} kNm	M _{c,Rd,red} kNm	F _{cf,Rd} kN
Druck	1	643.5	440.21	440.21	1566.6

Stützensteg	A _v mm ²	F _{Vwp,Rd} kN	F _{Vwp,Rd add} kN	d _s mm	M _{pl,fc,Rd} kNm
Schub	3775.0	535.1	74.2	281.0	5.21

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h _{d,druck} mm	F _{tr,Rd,zug,plastisch} kN	F _{crd,zug,plastisch} kN
19.5	289.4	289.4

M _{as,d} kNm	M _{as,d,elastisch} kNm	M _{as,d,plastisch} kNm	η
-17.40	36.75	55.13	0.32

zuerst versagende Komponente : Stützenflansch auf Biegung

Schubbeanspruchung im Stützensteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h _w /t _w	A _v mm ²	V _{wp,Rd add} kN	d _s mm	M _{pl,fc,Rd} kNm	M _{pl,st,Rd} kNm	V _{wp,Ed} kN	V _{wp,Rd} kN	η
30.8	3775.0	74.2	281.0	5.21	7.01	-91.3	535.1	0.17

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand				Lochabstand			Tragfähigkeit				
	Platte		Gurt		Platte	Gurt	e ₃	Platte		Gurt		
	e ₁ mm	e ₂ mm	e ₁ mm	e ₂ mm	e mm	e mm	e ₃ mm	k ₁ ·α	V _{l,Rd} kN	k ₁ ·α	V _{l,Rd} kN	V _{a,Rd} kN
1	110	80	78	80	100	100	140	2.50	518.4	2.50	483.8	282.4

Träger A _v mm ²	Träger V _{w,Rd} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd} kN	η
4745.0	643.8	120.0	282.4	0.42

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

f _{Vw,d} N/mm ²	Zuggurt (konstruktiv) Träger unten		Steg		Druckgurt	
	erf. a _w mm	η	σ _w N/mm ²	η	σ _w N/mm ²	η
207.8	3.0	-	63.1	0.30	-21.3	0.11

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k ₃ mm	k ₄ mm	k ₅ mm	k ₁₀ mm
2	7.935	7.961	5.321	10.459

k ₁ mm	k ₂ mm	Z _{eq} mm	K _{eq} mm	η	S _{I,ini} kNm/rad	S _{I,n} kNm/rad
7.530	-	190.5	1.869	2.00	11409.0	5704.5

Klassifizierung aus Momentenbeanspruchung

nach Tragfähigkeit			nach Steifigkeit		
Klassifizierung	M _{pl,d} Träger kNm	M _{pl,d} Stütze kNm	Klassifizierung	L _{Träger} m	I _y Träger cm ⁴
gelenkig	439.14	325.07	verformbar	10.00	25165.7
Rahmen seitlich verschieblich					

Steifen

Steifen Nr	Kraft			Querschnitt		Schweißnähte	
	F _{Steifenpaar} kN	F _{1,Steife} kN	F _{2,Steife} kN	σ_v N/mm ²	η	σ_w N/mm ²	η
1	-91.3	-35.2	-11.8	17.7	0.08	30.6	0.16

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	$\eta = 0.32$	Tragfähigkeit M _{Ed}
Verbindung V	$\eta = 0.42$	Tragfähigkeit V _{Ed}
Verbindung Schweißnaht	$\eta = 0.30$	Stirnplatte Steg
Steifen	$\eta = 0.16$	Schweißnaht
Schubfeld	$\eta = 0.17$	

1.06.7.1 Deckenträger HEA140

Podestebene, Spannweite ca. 1,90m.

Zugang Maschinenraum, Aufzug

Belastung

aus Zugangsebene Podestfläche Zugang Maschinenraum

mit Lasteinflussbreiten

zum Nachweis max. $e = 2 \cdot 1,00/2 = 1,00 \text{ m}$

$g_{De1} = 2,0 \cdot e = 2,00 \text{ kN/m}$

$q_{De1} = 5,0 \cdot e = 5,00 \text{ kN/m}$

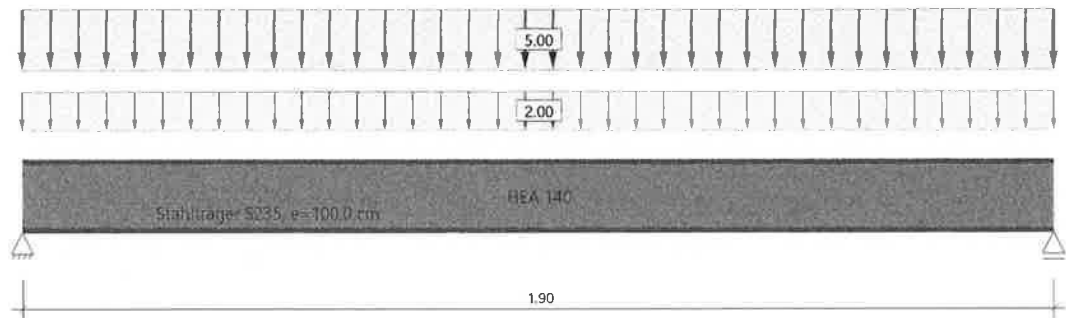
gewählt: **HEA140 L= 1900mm, S235**

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$ $G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ $\mu = 0.30$
 $\beta_w = 0.80$
 Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$ $f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
 Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$ $f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 140	1030	389	155	56	31.4

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.90	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in den Viertelpunkten am Obergurt

Lasten

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m²]	W2 [kN/m²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		1.90		2.00		Nein	ständig		
	2	GL		1.90		5.00		Ja	Kat. C		

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
1	Breite 1,00 m
2	Breite 1,00 m

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand $e = 1.00$ m multipliziert.

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 47 kg mit $\gamma = 78.50$ kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsberelche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50

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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

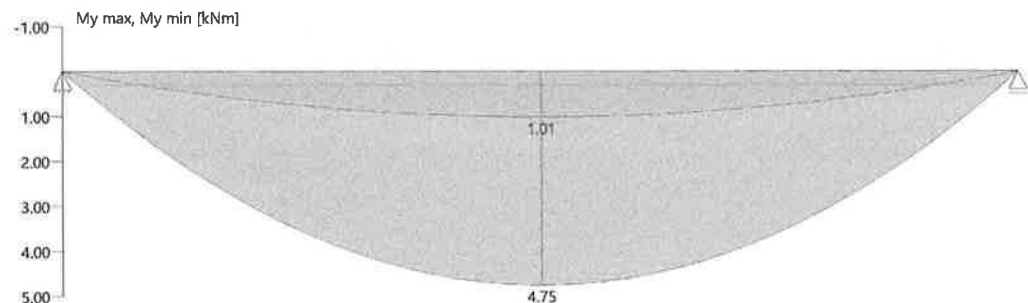
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stab}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.12	0.13	0.09

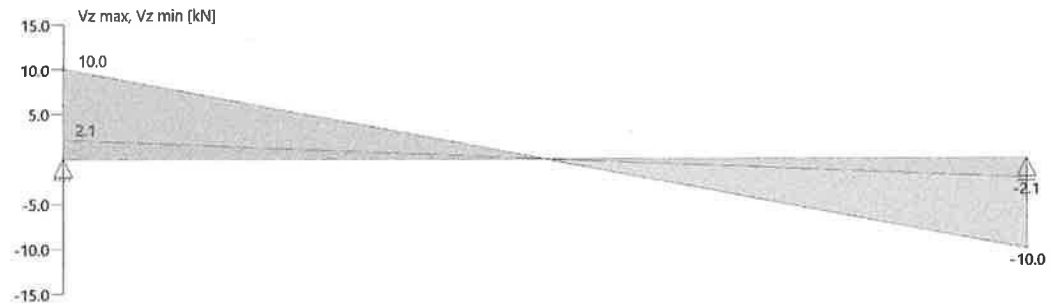
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	QkI	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	10.0	0.07	0.00	0.00	0.07	1
	0.95	1	0.0	0.00	4.75	0.12	0.12	1
	1.90	1	-10.0	0.07	0.00	0.00	0.07	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	QkI	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
0.95	1	0.0	4.75	6.54	0.13	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normkraft (Gl. 6.54)

$$M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) = 0.13$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 4.75 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 2839.73 \text{ kNm} \\ \lambda_{it} &= 0.12 \\ \chi_{it} &= 1.00 \\ M_{y,Rd} &= 40.86 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 0.95 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.95	0.0	0.1	0.1	0.01	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,B}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.95	1.90	0.00	1.90	0.02	0.1	0.6	0.09	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,B}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	2.1	2.1 4.8		
2	1.90	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	2.1	2.1 4.8		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

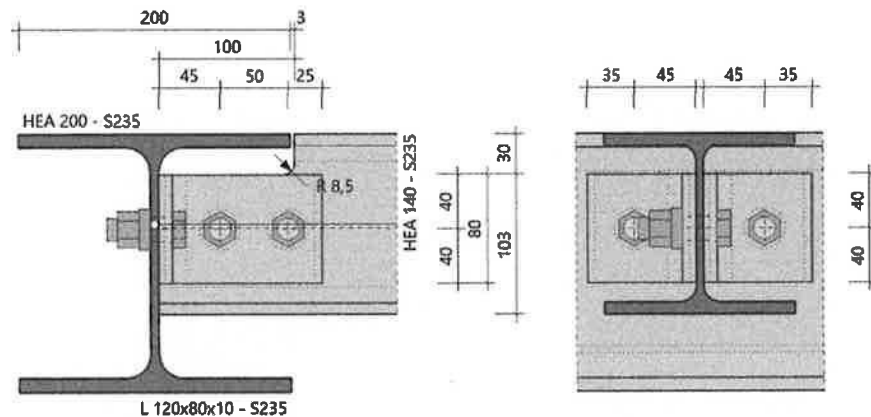
Auflager	x [m]	Lk	R _x [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	10.0 2.1	
2	1.90	Lk 1 Lk 2	10.0 2.1	

Anschluss an Randträger 1.06.7.2 / 1.06.7.4 Trägeranschluss mit verschraubten Winkelprofilen

Nachweis mit $V_{z,d} = 10 \text{ kN}$

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 1 x M16 + 2 x M16

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b ₀ mm	h _{steg} mm	t ₀ mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger	HEA 200	190	200	134	10	7	18	200	10
Nebenträger	HEA 140	133	140	92	9	6	12	140	9
Nebenträger	Ausklung	103				6	12	140	9

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	0	0	

Ausklung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _a mm	Radius Brennschnitt r mm
oben, mit Brennschnitt	30	100	103	8.5

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	h mm	b mm	t _s mm	r mm
L 120x80x10	nach Vorgabe	0	an Nebenträger	80	120	80	10	11

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d ₀ mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 1 = 2 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe	
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	e1,2 mm
35	45	40	40

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 1 = 2 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe	
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	e1,2 mm
45	50	25	40	40

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	10.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 1 M16

V _{zd} kN	I _p cm ²	M _{VV,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
5.0	12.3	0.23	8.1	5.0	6.4

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Hauptträger					
		e1 mm	e2 mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	5.0	70	54	1.00	2.50	74.9	0.07
horz.(x)	6.4	54	70	1.00	2.50	74.9	0.09

Richtung	V _a kN	Winkel					
		e1 mm	e2 mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	5.0	40	35	0.74	2.50	85.3	0.06
horz.(x)	6.4	35	40	0.65	2.50	74.7	0.09

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
8.1	0.60	30.1	0.27

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 1 M16

V _{zd} kN	I _p cm ²	M _{VV,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
10.0	12.5	0.70	19.0	19.0	-

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Nebenträger					
		e1 mm	e2 mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	19.0	40	45	0.74	2.19	41.1	0.46

Richtung	V _a kN	Winkel					
		e1 mm	e2 mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	19.0	40	25	0.74	2.19	149.4	0.13

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
19.0	0.60	60.3	0.32

Blockversagen

Bauteil	Anv cm ²	Ant cm ²	V _{eff,z,Rd} kN	η
Nebenträger	1.7	3.7	77.0	0.13
Winkel	3.1	4.8	111.2	0.04

Kontaktpressung Winkel an Nebenträger durch Anschluss an Hauptträger mit nur einer Schraube

Fläche			Kontaktpressung		
b _{eff} mm	h _{eff} mm	A _{eff} cm ²	σ _{C,d} N/mm ²	σ _{R,d} N/mm ²	η
26	10	2.6	24.3	235.0	0.10

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (T - unten)					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	t _s	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,V}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
103	6	17.7	19.1	135.8	10.0	100	-1.00	235.0	135.7	61.4	25.5	61.4	0.26

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	b	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,V}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
80	10	8.0	8.0	42.7	5.0	70	-0.35	235.0	135.7	-32.8	9.4	32.8	0.14

1.06.7.2 Randträger U200

Podestebene, Spannweite ca. 3,85m.

Lastzusammenstellung siehe 1.06!

- Eigenlasten:

Lasteinflussbreite angrenzendes Podest

$$e = 1,9/2 = 0,95 \text{ m}$$

$$g = 2,25 \cdot e = 2,14 \text{ kN/m}$$

zum Nachweis angesetzt,

$$g = 2,50 \text{ kN/m}$$

- Nutzlasten

$$q = 5,0 \cdot e = 4,75 \text{ kN/m}$$

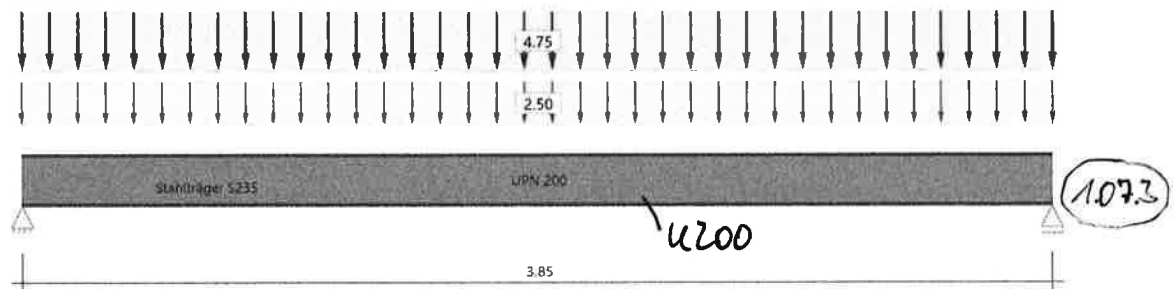
gewählt: **U200 L= 3850mm, S235**

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

Systembild



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
UPN 200	1910	148	193	32	32.2
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.85	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in den Viertelpunkten am Obergurt

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.85		2.50		Nein	ständig		
	2	GL		3.85		4.75		Ja	Kat. B		

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 : Lasteneinwirkung
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
 Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 97 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30	1.00	1.35 1.50

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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{F,sup}$ oder $\gamma_{F,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm left/ 150 Felder left/ 300

Zusammenfassung

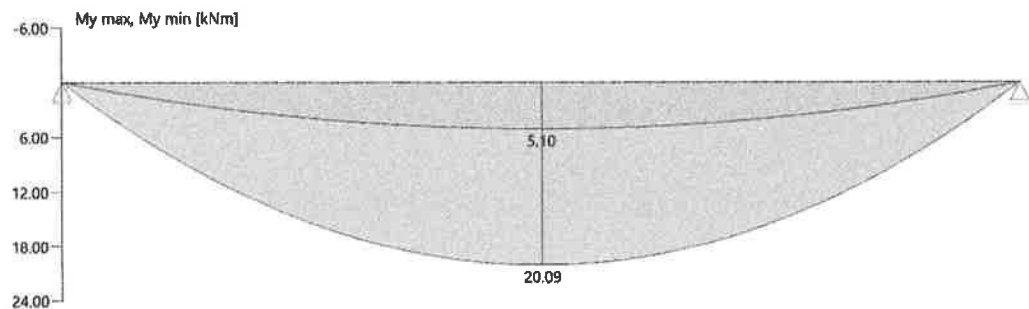
Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabl}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.38	-	0.42

- Nachweis Biegedrillknicken kann für dieses Profil nicht geführt werden.

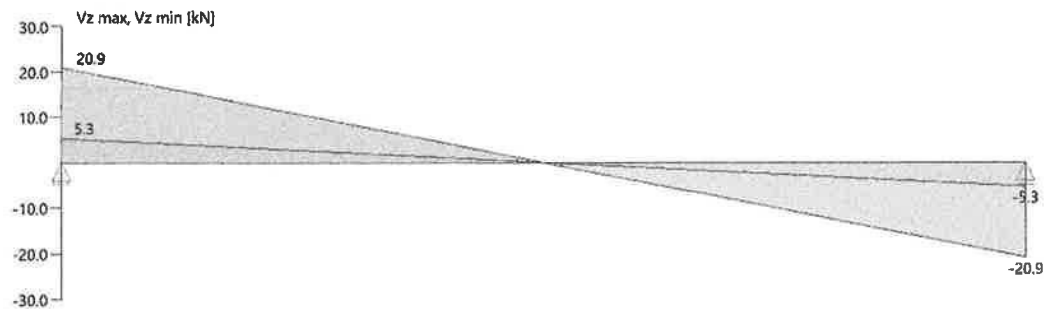
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



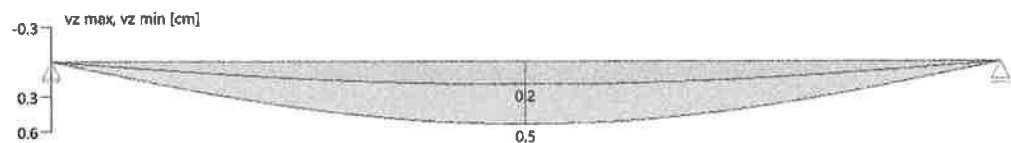
Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	ηV_z	$M_{y,Ed}$ [kNm]	ηM_y	η	Lk
Feld 1	0.00	1	20.9	0.09	0.00	0.00	0.09	1
	1.93	1	0.0	0.00	20.09	0.38	0.38	1
	3.85	1	-20.9	0.09	0.00	0.00	0.09	1

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5,0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.93	0.0	-0.5	0.5	0.11	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,B}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.93	3.85	0.00	3.85	0.2	0.5	1.3	0.42	3

Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate x der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,B}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 $f_{z,Cd}$: größte Auslastung der berechneten Stelle
 η : Lastfallkombination
 Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. B: Bürogebäude	5.3	5.3 9.1		
2	3.85	ständig Kat. B: Bürogebäude	5.3	5.3 9.1		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	0.00	Lk 1	20.9			
		Lk 2	5.3			
2	3.85	Lk 1	20.9			
		Lk 2	5.3			

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.							
generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	2.50	2.50	0.00	3.85
L 2	1	Kat. B	2	4.75	4.75	0.00	3.85

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.50		1.00
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00

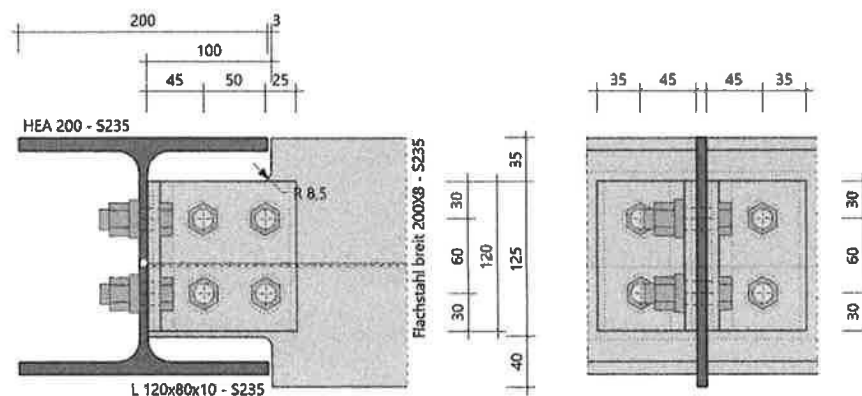
Anschluss an Randträger 1.06.7.3 Trägeranschluss mit verschraubten Winkelprofilen

Nachweis mit $V_{z,d} = 22 \text{ kN}$

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System



Modell Winkelanschluss Blech an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 2 x M16 + 4 x M16

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b ₀ mm	h _{steg} mm	t ₀ mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger	HEA 200	190	200	134	10	7	18	200	10
Nebenträger (Blech)	Flachstahl breit 200x8	200	8			8		8	
Nebenträger	Ausklinkung	125				8			

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	0	0	

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Höhe unten eT2 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _a mm	Radius Brennschnitt r mm
beidseitig, mit Brennschnitt	35	40	100	125	8.5

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	h mm	b mm	t _s mm	r mm
L 120x80x10	nach Vorgabe	0	an Nebenträger	120	120	80	10	11

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d ₀ mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe			
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm	
35	45	30	60	30	

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe			
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
45	50	25	30	60	30

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	22.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
11.0	18.0	0.50	9.9	5.5	8.3

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Hauptträger											
		e1	p1	e2	p2	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	5.5	125	60	54	-	0.86	2.50	64.5	0.09	1.00	2.50	74.9	0.07
horz.(x)	8.3	54	-	125	60	-	-	-	-	1.00	2.50	74.9	0.11

Richtung	V _a kN	Winkel											
		e1	p1	e2	p2	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k1	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	5.5	30	60	35	-	0.86	2.50	99.2	0.06	0.56	2.50	64.0	0.09
horz.(x)	8.3	35	-	30	60	-	-	-	-	0.65	2.50	74.7	0.11

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
9.9	0.60	30.1	0.33

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
22.0	61.0	1.54	14.0	11.8	7.6

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Nebenträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	11.8	30	60	45	50	0.86	2.19	69.5	0.17	0.56	2.19	44.8	0.26
horz.(x)	7.6	45	50	30	60	0.68	2.50	62.3	0.12	0.83	2.50	76.8	0.10

Richtung	V _a kN	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	11.8	30	60	25	50	0.86	2.19	173.7	0.07	0.56	2.19	112.1	0.11
horz.(x)	7.6	25	50	30	60	0.68	2.50	155.7	0.05	0.46	2.50	106.7	0.07

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
14.0	0.60	60.3	0.23

Blockversagen

Bauteil	A _{nv} cm ²	A _{nt} cm ²	V _{eff,2,Rd} kN	η
Nebenträger	5.0	5.4	146.7	0.15
Winkel	6.3	4.8	154.6	0.07

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (Rechteck)					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	t _s	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,v}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
125	8	10.0	15.6	130.2	22.0	100	-2.20	235.0	135.7	-105.6	33.0	105.6	0.45

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	b	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,v}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
120	10	12.0	18.0	144.0	11.0	70	-0.77	235.0	135.7	-32.1	13.8	32.1	0.14

1.06.7.3 Randträger HEA200

Podestebene, Spannweite ca. $1,9+0,2=2,1\text{m}$.

- Eigenlasten:

Lasteinflussbreite angrenzendes Podest, Randfeld

$$e = 0,8/2 = 0,40\text{ m}$$

$$g_{De} = 2,0 \cdot e = 0,80\text{ kN/m}$$

aus Trennwand

$$g_{TW} = 0,8 \cdot 2,3 = 1,84\text{ kN/m}$$

$$g = g_{TW} + g_{De} = 2,64\text{ kN/m}$$

zum Nachweis angesetzt, $g=3,0\text{ kN/m}$

aus Pos. 1.06.7.2 Randprofil

$$G_1 = 5,30\text{ kN}$$

- Nutzlasten

$$q = 5,0 \cdot e = 2,00\text{ kN/m}$$

aus Pos. 1.06.7.2 Randprofil

$$Q_1 = 9,10\text{ kN}$$

gewählt: **HEA200, S235**

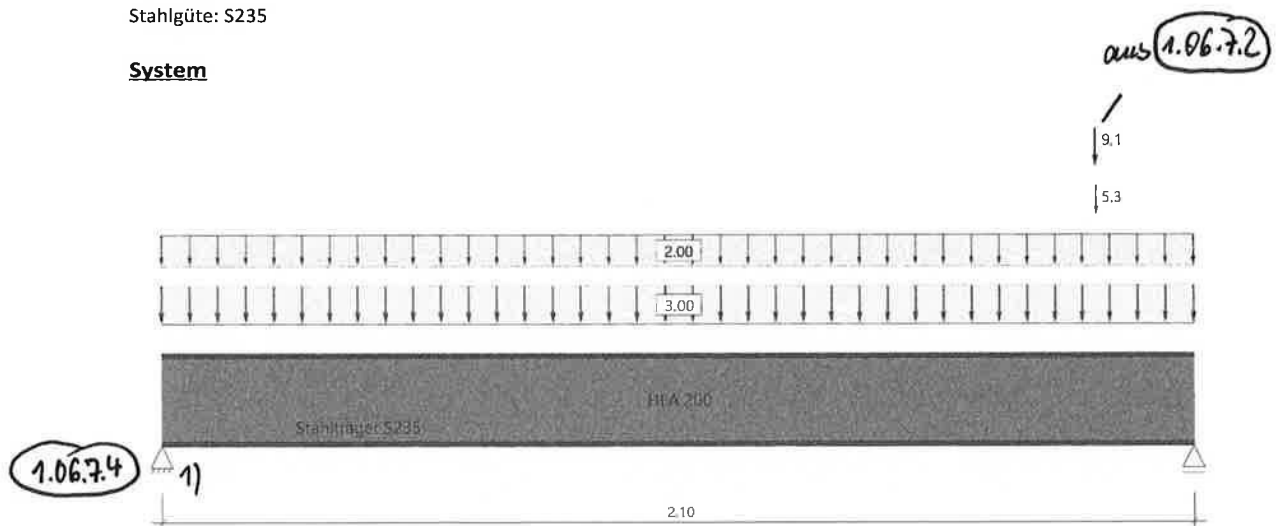
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$$\begin{aligned} E_k &= 210000\text{ N/mm}^2 & G_k &= 80769\text{ N/mm}^2 \\ \gamma &= 78.50\text{ kN/m}^3 & \mu &= 0.30 \\ & & \beta_w &= 0.80 \\ \text{Streckgrenze } t &\leq 40\text{ mm} & f_{yk} &= 235.00\text{ N/mm}^2 \\ \text{Zugfestigkeit } t &\leq 40\text{ mm} & f_{uk} &= 360.00\text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 200	3692	1336	389	134	53.8
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in den Viertelpunkten am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	1.90	5.3 kN	ständig Kat. B		
	2	kraft	1.90	9.1 kN			

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
 A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
 EG : Lasteinwirkung
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
 Alt : Alternativgruppe

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	GL		2.10		3.00		Nein	ständig Kat. B		
	4	GL		2.10		2.00		Ja			

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 = 89 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. B: Bürogebäude	0.70	0.50	0.30	1.00	1.35 1.50

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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$ Felder $l_{eff}/300$

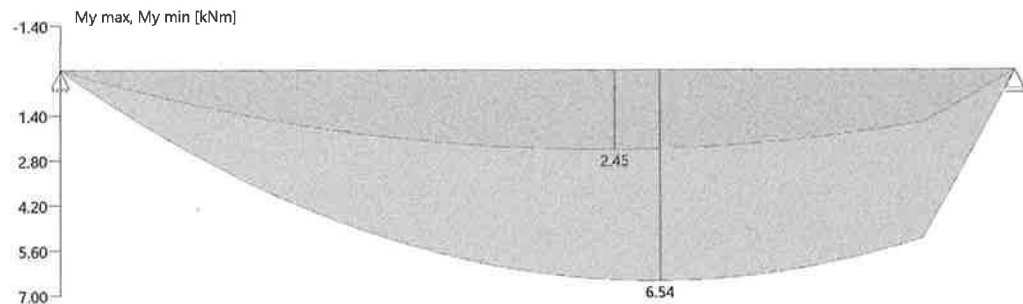
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabl}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.11	0.07	0.04

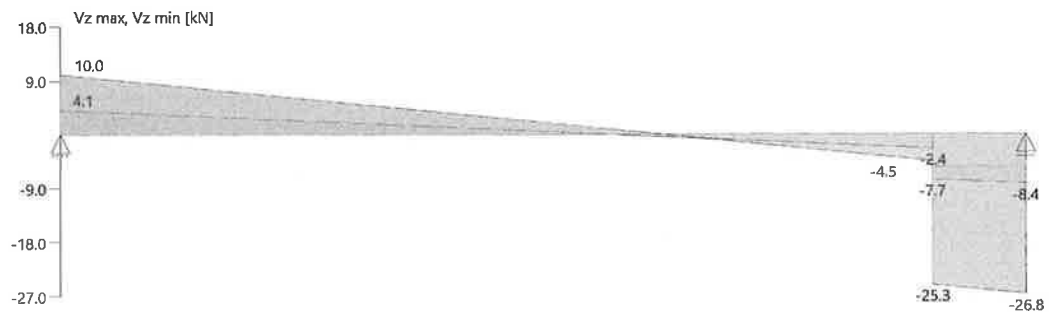
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	QkI	Vz,Ed [kN]	η_{Vz}	M _{y,Ed} [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	10.0	0.04	0.00	0.00	0.04	1
	1.31	1	0.0	0.00	6.54	0.06	0.06	1
	1.90	1	-4.5	0.02	5.21	0.05	0.05	1
	1.90	1	-25.3	0.10	5.21	0.05	0.10	1
	2.10	1	-26.8	0.11	0.00	0.00	0.11	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	QkI	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	Gl	η	Lfk
1.29	1	0.0	6.54	6.54	0.07	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{it} * M_{y,Rd}) = 0.07$

$$\begin{aligned}
 M_{y,Ed} &= 6.54 \text{ kNm} \\
 M_{cr} &= 9918.61 \text{ kNm} \\
 \lambda_{it} &= 0.10 \\
 \chi_{it} &= 1.00 \\
 M_{y,Rd} &= 101.24 \text{ kNm} \\
 \gamma_{M1} &= 1.10
 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 1.29 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.11	0.0	0.03	0.03	0.01	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,s}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.11	2.10	0.00	2.10	0.01	0.03	0.7	0.04	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 f_{cd} : ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. B: Bürogebäude	4.1	4.1 3.0		
2	2.10	ständig Kat. B: Bürogebäude	8.4	8.4 10.3		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	10.0 4.1	
2	2.10	Lk 1 Lk 2	26.8 8.4	

Anschluss an Randträger 1.06.7.4

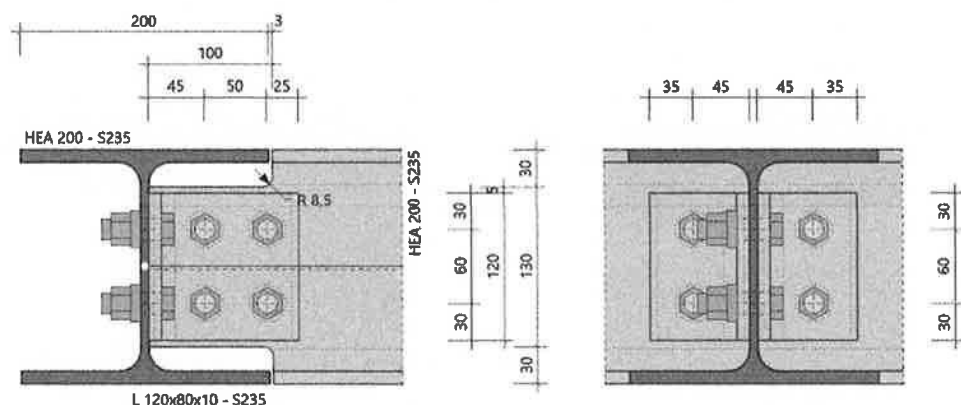
Trägeranschluss mit verschraubten Winkelprofilen

Nachweis mit $V_{z,d} = 12$ kN

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Systemgrafik 2D



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte S235 Schrauben in den Anschlüssen 2 x 2 x M16 + 4 x M16

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b ₀ mm	h _{steg} mm	t ₀ mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Hauptträger Nebenträger	HEA 200 Ausklinkung	190 130	200	134 134	10	7 7	18	200	10

Lage Nebenträger

vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger		horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger	
Anordnung	u1 mm	Spaltmaß mm	
nach Vorgabe	0	0	

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Höhe unten eT2 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h _a mm	Radius Brennschnitt r mm
beidseitig, mit Brennschnitt	30	30	100	130	8.5

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	h mm	b mm	ts mm	r mm
L 120x80x10	mittig auf Achse NT	5	an Nebenträger	120	120	80	10	11

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d ₀ mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
35	45	30	60	30

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 2 = 4 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	p1 mm	e1,2 mm
45	50	25	30	60	30

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Import ST9

Situation	V _{zd} kN
P/T	12.0

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittlge Verbindung 1 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
6.0	18.0	0.27	5.4	3.0	4.5

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Hauptträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	3.0	125	60	54	-	0.86	2.50	64.5	0.05	1.00	2.50	74.9	0.04
horz.(x)	4.5	54	-	125	60	-	-	-	-	1.00	2.50	74.9	0.06

Richtung	V _a kN	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	3.0	30	60	35	-	0.86	2.50	99.2	0.03	0.56	2.50	64.0	0.05
horz.(x)	4.5	35	-	30	60	-	-	-	-	0.65	2.50	74.7	0.06

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
5.4	0.60	30.1	0.18

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 2 M16

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yv,d} kNm	V _{a,d} kN	V _{az,d} kN	V _{ax,d} kN
12.0	61.0	0.84	7.7	6.4	4.1

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V _a kN	Nebenträger											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	6.4	35	60	45	50	0.86	2.19	56.5	0.11	0.65	2.19	42.5	0.15
horz.(x)	4.1	45	50	35	60	0.68	2.50	50.6	0.08	0.83	2.50	62.4	0.07

Richtung	V _a kN	Winkel											
		e ₁	p ₁	e ₂	p ₂	Mitte				Rand			
		mm	mm	mm	mm	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η	α _b	k ₁	F _{b,Rd} kN	η
vert.(z)	6.4	30	60	25	50	0.86	2.19	173.7	0.04	0.56	2.19	112.1	0.06
horz.(x)	4.1	25	50	30	60	0.68	2.50	155.7	0.03	0.46	2.50	106.7	0.04

Abschertragfähigkeit

V _a kN	α _v	F _{v,Rd} kN	η
7.7	0.60	60.3	0.13

Blockversagen

Bauteil	A _{nv} cm ²	A _{nt} cm ²	V _{eff,2,Rd} kN	η
Nebenträger	4.4	4.4	123.6	0.10
Winkel	6.3	4.8	154.6	0.04

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (Rechteck)					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	t _s	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
130	7	8.4	13.7	119.0	12.0	100	-1.20	235.0	135.7	-65.5	21.3	65.5	0.28

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h	b	A	S _y	I _y	V _z	e _{My}	M _y	σ _{Rd}	τ _{Rd}	σ _d	τ _d	σ _{d,y}	η
mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	kN	mm	kNm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
120	10	12.0	18.0	144.0	6.0	70	-0.42	235.0	135.7	-17.5	7.5	17.5	0.07

1.06.7.4 Randträger HEA200

Podestebene, Spannweite

Feld 1, $l_1 = 1,5\text{m}$

Feld 2, $l_2 = 2,2\text{m}$.

Lastzusammenstellung siehe 1.06!

- Eigenlasten:

Lasteinflussbreite angrenzendes Podest, Randfeld

$$e = 1,9/2 = 0,95\text{ m}$$

$$g_{De} = 2,25 \cdot e = 2,14\text{ kN/m}$$

aus Trennwand

$$g_{TW} = 0,8 \cdot 2,3 = 1,84\text{ kN/m}$$

$$g = g_{De} + g_{TW} = 3,98\text{ kN/m}$$

aus Pos. 1.06.7.3 Randprofil, Aufl. 1

$$G_1 = 4,10\text{ kN}$$

- Nutzlasten

$$q = 5,0 \cdot e = 4,75\text{ kN/m}$$

aus Pos. 1.06.7.4 Randprofil, Aufl. 1

$$Q_1 = 3,00\text{ kN}$$

gewählt: **HEA200, S235**

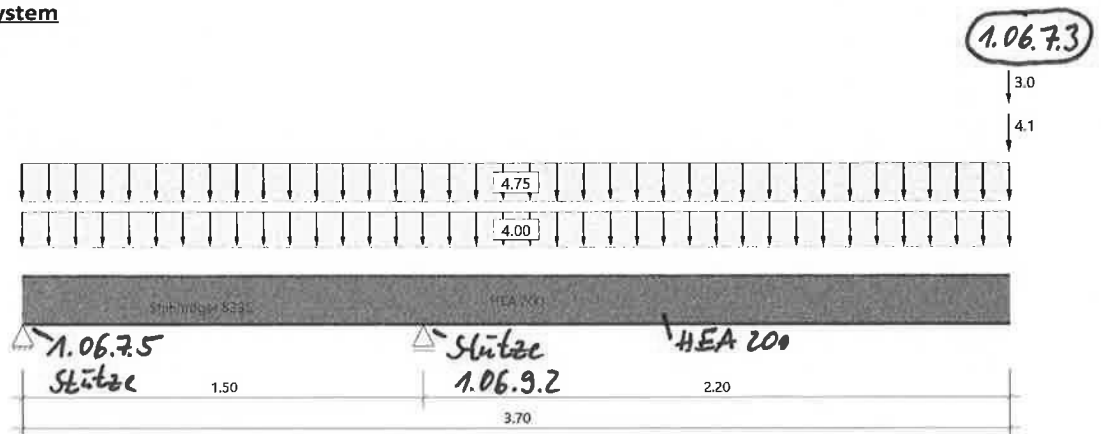
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k = 210000\text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769\text{ N/mm}^2$
$\gamma = 78.50\text{ kN/m}^3$	$\mu = 0.30$
	$\beta_w = 0.80$
Streckgrenze $t \leq 40\text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00\text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40\text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00\text{ N/mm}^2$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 200	3692	1336	389	134	53.8
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : In den Viertelpunkten am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	3.70	4.1 kN	ständig		
	2	kraft	3.70	3.0 kN	Kat. C		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	GL		3.70		4.00		Nein	ständig		
	4	GL		3.70		4.75		Ja	Kat. C		

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 = 156 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

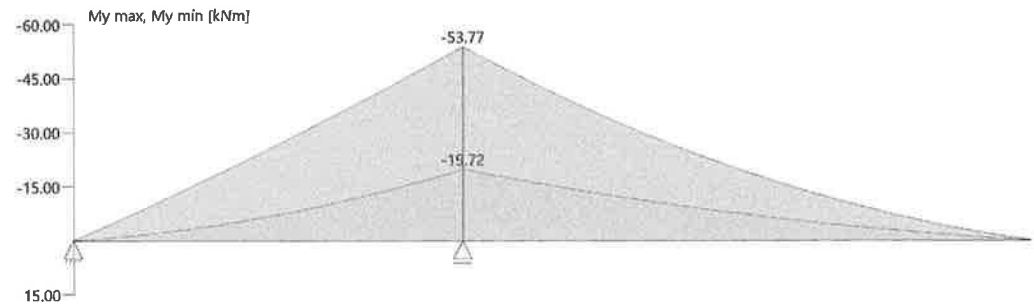
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stab}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.53	0.59	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.81

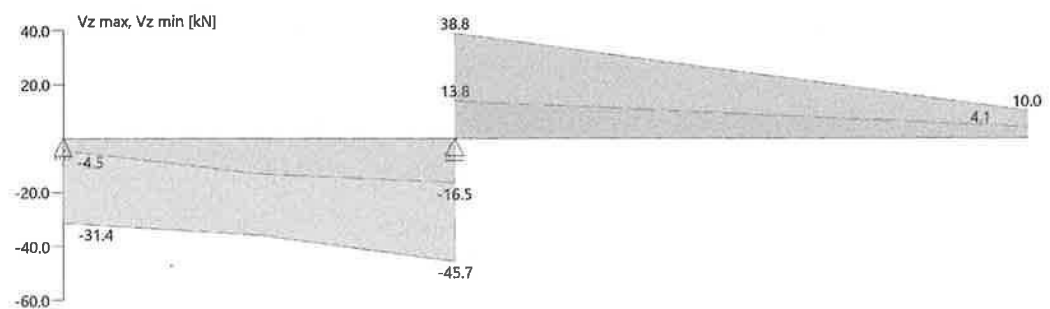
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	-31.4	0.13	0.00	0.00	0.13	2
	1.50	1	-40.3	0.16	-53.77	0.53	0.53	2
Kra re	1.50	1	38.8	0.16	-53.77	0.53	0.53	2
	3.70	1	10.0	0.04	0.00	0.00	0.04	4

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
1.50	1	0.0	53.77	6.54	0.59	2

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$$M_{y,Ed} / (\chi_{it} * M_{y,Rd}) = 0.59$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 53.77 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 550.29 \text{ kNm} \\ \lambda_{it} &= 0.43 \\ \chi_{it} &= 0.99 \\ M_{y,Rd} &= 101.24 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 2 bei x = 1.50 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.87	0.0	-0.1	0.1	0.01	5
Kra re	2.20	0.0	1.2	1.2	0.24	5

Verformungsnachweis - Relativverformung in z Feld: $f_{cd} = l_{eff}/300$, Kragarm: $f_{cd} = l_{eff}/150$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	0.87	1.50	0.00	1.50	0.03	0.1	0.5	0.13	5
Kra re	2.20	2.20	0.00	2.20		1.2	1.5	0.81	0

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

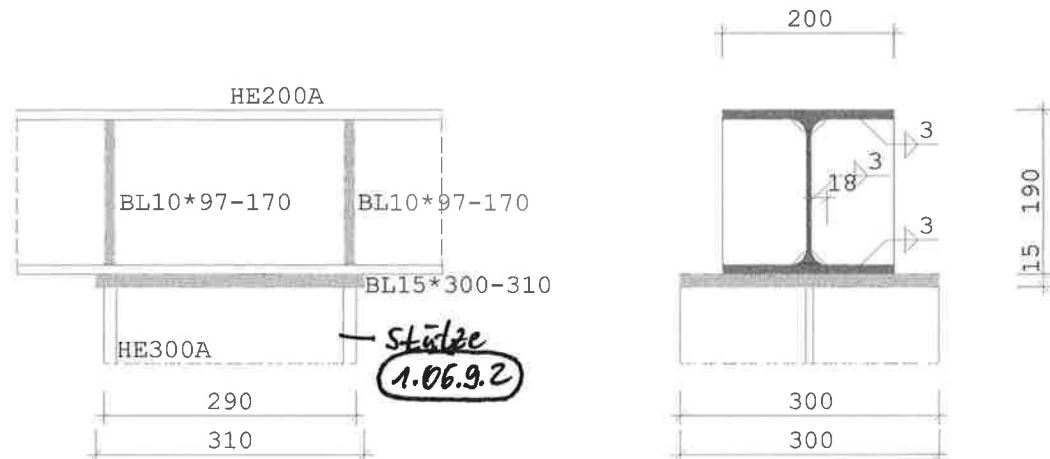
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	-9.8 -12.1	-9.8 3.6		
2	1.50	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	30.3	30.3 29.1		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	-4.5 -31.4	
2	1.50	Lk 4 Lk 3	84.5 30.3	

Anschluss an Stütze 1.06.9.2 mit verschraubter Kopfplatte

Nachweis mit $V_{z,d} = 85 \text{ kN}$



Träger auf Stütze : Auflagerkraft		Fd = 85,00 kN	
Norm	DIN EN 1993		
Träger	HE200A		
Stütze	HE300A		
Platte	Länge/Breite/Höhe	= 310.0 / 300.0 / 15.0 mm	
Stahl	S235	$f_{yk} = 235.0 \text{ N/mm}^2$	$f_{uk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$
		$f_{vw,d} = 207.8 \text{ N/mm}^2$	$\beta_w = 0.80$
			$\gamma_{M0} = 1.00$
			$\gamma_{M2} = 1.25$

Nachweis des Trägers mit dreiseitigem doppelten Rippenanschluß					
Rippe	Breite	bR =	96.8 mm	$\leq \max bR =$	96.8 mm
	Höhe	hR =	170.0 mm		
	Aussparung	cR =	18.0 mm		
	Dicke	tR =	10.0 mm	$\geq \text{erftR} =$	8.8 mm
				$\eta =$	0.88
Kraft pro Rippe		vertikal :	horizontal :		
		F1 =	12.70 kN	F2 =	4.29 kN
Doppelkehlnaht am belasteten unteren Flansch (Index 1) :					
Geometrie	Dicke	aw1 =	3.0 mm		
	Länge	lw1 =	78.8 mm		
	Fläche	Aw1 =	472.5 mm ²		
Spannungen	$\sigma_{wd,1}$	=	26.9 N/mm ²	$\tau_{wd,1} =$	9.1 N/mm ²
Vergleichsspannung	$\sigma_{wd,V,1}$	=	28.4 N/mm ²		
Nachweis	σ_{wd}	=	28.4 N/mm ²	$f_{vwd} =$	207.8 N/mm ²
				$\eta =$	0.14 < 1
Doppelkehlnaht am Steg (Index 2) :					
Geometrie	Dicke	aw2 =	3.0 mm		
	Länge	lw2 =	134.0 mm		
	Fläche	Aw2 =	804.0 mm ²		
Spannungen	$\tau_{wd,2}$	=	15.8 N/mm ²		
Nachweis	σ_{wd}	=	15.8 N/mm ²	$f_{vwd} =$	207.8 N/mm ²
				$\eta =$	0.08 < 1
Doppelkehlnaht am unbelasteten oberen Flansch (Index 3) :					
Geometrie	Dicke	aw3 =	3.0 mm		
	Länge	lw3 =	78.8 mm		
	Fläche	Aw3 =	472.5 mm ²		
Spannungen	$\tau_{wd,3}$	=	9.1 N/mm ²		
Nachweis	σ_{wd}	=	9.1 N/mm ²	$f_{vwd} =$	207.8 N/mm ²
				$\eta =$	0.04 < 1
Spannung am Abrundungsbeginn des Trägerstegs unten :					
$\sigma_{dz} = F_d - 4 \cdot F_1 / ($	366.0 mm *	6.5 mm)	=	-14.30 N/mm ²	
Nachweis	σ_d	=	14.3 N/mm ²	$f_{yd} =$	235.0 N/mm ²
				$\eta =$	0.06 < 1

Nachweis der umlaufenden Kehlnaht $a_w =$		4.0 mm	Platte - Stütze
Steg :			
Nachweis	σ_{wd}	$= 8.0 \text{ N/mm}^2$	$f_{wd} = 207.8 \text{ N/mm}^2$
			$\eta = 0.04 < 1$
Flansch :			
Nachweis	σ_{wd}	$= 13.2 \text{ N/mm}^2$	$f_{wd} = 207.8 \text{ N/mm}^2$
			$\eta = 0.06 < 1$
max $\eta = 0.88 \leq 1$ Nachweis für Stegrippen			

1.06.7.5 Stütze unter Randträger Zugangsebene Maschinenraum HEA140

1 statisches System:

Knicklänge, $l_K =$ 1,10 m

2 Belastung

aus Randträger Podest, wie Pos. 1.06.7.3, Aufl. 1

Eigengewicht, $G_{1.06.7.3} =$ 4,10 kN

Nutzlast, $Q_{1.06.7.3} =$ 3,00 kN

aus Randträger Podest, wie Pos. 1.06.7.4, Aufl. 1

Eigengewicht, $G_{1.06.7.4} =$ -9,80 kN

Nutzlast, $Q_{1.06.7.4} =$ 3,60 kN

3 Nachweise

konstruktiv gewählt: Stütze HEA 140,
bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

$A_g = G_{1.06.7.3} + 0,247 \cdot l_K =$ 4,37 kN
(Beanspruchung aus Pos. 1.06.7.4 hier nicht angesetzt)

$A_q = Q_{1.06.7.3} + Q_{1.06.7.4} =$ 6,60 kN

Anschlüsse an Podestträger Pos. 1.06.7.4 und Hauptträger Pos. 1.06.6
mit angeschweißten Kopf- und Fußplatten, Verschraubung mit je 4x M16

1.06.8.1 Stahlbetonstütze in Aufzugschachtwand

b/t=25/30cm, C25/30

Die Stütze dient zur Aufnahme der Hauptträger Pos. 1.06.2.4.

Sie wird in die vorhandene Mauerwerkswand eingebracht und bis in Deckenebene über Ebene 1 geführt. Die Lastweiterleitung erfolgt über das Wandmauerwerk im EG und UG. Durch die Verbindung mit den Bestandswänden durch im Mauerwerk zu verankernde Gewindestangen ist die Stütze seitlich gehalten.

Nachweis als Pendelstütze mit mögl. Ausweichrichtung y

$$s_K = 3,10 \text{ m}$$

Belastung

- aus Pos. 1.06.2.4, Aufl. 1

Eigengewicht

$$G_1 = 87,29 \cdot 0,9 = 78,56 \text{ kN}$$

Nutzlasten

$$Q_1 = 49,39 \cdot 0,9 = 44,45 \text{ kN}$$

$$\text{unplanmäßige Außermittle zur Achse z. } e_z = 5,00 \text{ cm}$$

Nachweise

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

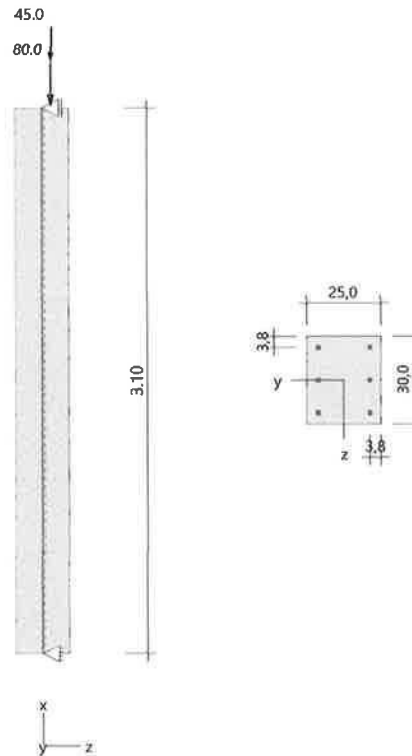
- Pendelstütze in z-Richtung (einachsige Berechnung), Rechteck, in z-Richtung beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0,90
$\Psi_2 = 0,5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D



Kriechzahl

Endkriechzahl $\phi(t_0, \infty) = 2.80$ (Benutzervorgabe)

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85$ $\alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in z-Richtung (einachsige Berechnung)
 Stützhöhe $l = 3.10 \text{ m}$
 Querschnitt $b_y/d_z = 25.0/30.0 \text{ cm}$
 $b_1/d_1 = 3.8/3.8 \text{ cm}$
 Bewehrungsanordnung umfangsverteilt

Lagerbedingungen

Lage	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr	
Fußpunkt	starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _z [cm]	F _z [kN]	M _y [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		80,0	5,0			ständig		
2	Stützenkopf		45,0	5,0			Kat. C		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e _z [cm]	F _z [kN]	M _y [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		5,8				ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler z-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG (f_{ct,m})
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min N_{cr}/N = 97,69 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 80,0 kN / e _z = 5,0 cm (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 45,0 kN / e _z = 5,0 cm (Kat. C)	1.50		1.50	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Slankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	s _{k,z} [m]	λ _z	λ _{lim,z}	e _{i,z} [cm]	φ _{eff}	f _{red}
1	1	Stütze	3.10	35.8	38.5	0.0	1.707	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,erf} [cm ²]	A _{s,vorh} [cm ²]	Versagensart
1	3.10	-183.3	-8.78	2.14	16.1	16.1	Querschnitt
	2.58	-183.3	-7.31	2.14	16.1	16.1	
	2.07	-183.3	-5.85	2.14	16.1	16.1	
	1.55	-183.3	-4.39	2.14	16.1	16.1	
	1.03	-183.3	-2.92	2.14	16.1	16.1	
	0.52	-183.3	-1.46	2.14	16.1	16.1	
	0.00	-183.3	0.00	2.14	16.1	16.1	

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A _s [cm ²]
1	16.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 80,0 kN / e _z = 5,0 cm (ständig)	1.00	1.00
V = 45,0 kN / e _z = 5,0 cm (Kat. C)	1.00	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	f_z [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.10	-130.8	-6.25	0.0		
1	2.58	-130.8	-5.25	-0.03		
1	2.07	-130.8	-4.22	-0.04		
1	1.55	-130.8	-3.18	-0.05		
1	1.03	-130.8	-2.13	-0.04		
1	0.52	-130.8	-1.07	-0.02		
1	0.00	-130.8	0.00	0.0		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	f_z [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.10	-130.8	-6.25	0.0		
1	2.58	-130.8	-5.22	-0.01		
1	2.07	-130.8	-4.19	-0.02		
1	1.55	-130.8	-3.15	-0.02		
1	1.03	-130.8	-2.10	-0.01		
1	0.52	-130.8	-1.05	-0.01		
1	0.00	-130.8	0.00	0.0		

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.10	-130.8	-6.25	2.40	-0.045	-9.01	400.00	0.00
1	2.58	-130.8	-5.25	2.40	-0.059	-11.77	400.00	0.00
1	2.07	-130.8	-4.22	2.40	-0.073	-14.58	400.00	0.00
1	1.55	-130.8	-3.18	2.40	-0.087	-17.44	400.00	0.00
1	1.03	-130.8	-2.13	2.40	-0.102	-20.33	400.00	0.00
1	0.52	-130.8	-1.07	2.40	-0.115	-23.09	400.00	0.00
1	0.00	-130.8	0.00	2.40	-0.129	-25.74	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ [EN 1992-1-1, 7.2 (5)]

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.10	-130.8	-6.25	0.00	-0.016	-3.21	400.00	0.00
1	2.58	-130.8	-5.22	0.00	-0.022	-4.34	400.00	0.00
1	2.07	-130.8	-4.19	0.00	-0.027	-5.47	400.00	0.00
1	1.55	-130.8	-3.15	0.00	-0.033	-6.61	400.00	0.00
1	1.03	-130.8	-2.10	0.00	-0.039	-7.76	400.00	0.00
1	0.52	-130.8	-1.05	0.00	-0.044	-8.77	400.00	0.00
1	0.00	-130.8	0.00	0.00	-0.049	-9.81	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ [EN 1992-1-1, 7.2 (5)]

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeineigengewicht	1.00	1.00
V = 80,0 kN / ez = 5,0 cm (ständig)	1.00	1.00
V = 45,0 kN / ez = 5,0 cm (Kat. C)	0.60	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi,tl}$	erf $f_{\phi,tl}$	η
1	3.10	-112.8	-5.35	-0.083	-2.57	-11.25	1.00		0.23
1	2.58	-112.8	-4.47	-0.076	-2.36	-11.25	1.00		0.21
1	2.07	-112.8	-3.58	-0.070	-2.16	-11.25	1.00		0.19
1	1.55	-112.8	-2.69	-0.063	-1.96	-11.25	1.00		0.17
1	1.03	-112.8	-1.80	-0.056	-1.75	-11.25	1.00		0.16
1	0.52	-112.8	-0.90	-0.050	-1.54	-11.25	1.00		0.14
1	0.00	-112.8	0.00	-0.044	-1.35	-11.25	1.00		0.12

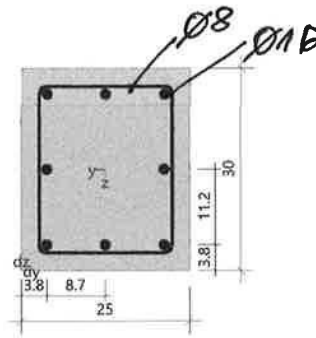
1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{ck}$ [EN 1992-1-1, 7.2 (2)]

Bewehrungsanordnung

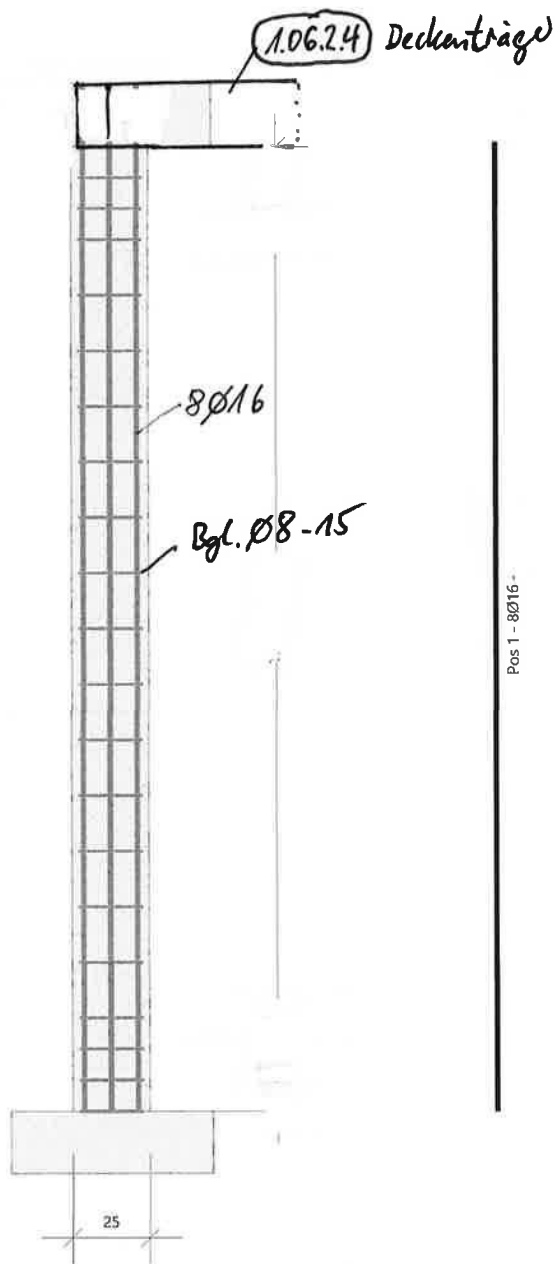
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.0	2.2

Bewehrungsbilder



Ansicht in Wandachse



1.06.8.2 Stahlbetonstütze in Aufzugschachtwand

b/t=25/30cm, C25/30

Die Stütze dient zur Aufnahme der Hauptträger Pos. 1.06.2.4.

Sie wird in die vorhandene Mauerwerkswand eingebracht und bis in Deckenebene über Ebene 1 geführt. Die Lastweiterleitung erfolgt über das Wandmauerwerk im EG und UG. Durch die Verbindung mit den Bestandswänden durch im Mauerwerk zu verankernde Gewindestangen ist die Stütze seitlich gehalten.

System

Pendelstütze mit mögl. Ausweichrichtung y

$$s_K = 3,10 \text{ m}$$

Belastung

- aus wie Pos. 1.06.2.4, Aufl. 1

Eigengewicht

$$G_1 = 67,84 \cdot 0,9 = 61,06 \text{ kN}$$

Nutzlasten

$$Q_1 = 45,09 \cdot 0,9 = 40,58 \text{ kN}$$

$$\text{unplanmäßige Außermitte zur Achse z. } e_z = 5,00 \text{ cm}$$

Nachweis

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 1.06.8.1

1.06.9.1 Stahlbetonstütze vor Bestandsstütze, Achse A/9

b/h= 30/50cm, C25/30

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus dem Randdeckenträger Pos. 1.06.5, sie wird bis auf die Geschossdecke über E1 geführt.

Die Lastweiterleitung erfolgt über die in Ebene 1 unmittelbar unterhalb angeordnete Stütze, diese leitet die Beanspruchungen in die lastabtragende Wand in E0 ab.

1 statisches System:

Knicklänge, $l_K =$

3,10 m

Pendelstütze mit mögl. Ausweichrichtung z

2 Belastung

aus Deckenrandträger Pos. 1.06.5, Aufl. 2

Eigengewicht, $G_{1.06.5} =$

25,70 kN

Nutzlast, $Q_{1.06.5} =$

11,70 kN

unplanmäßige Außermitte zur Achse z. $e_z =$

5,00 cm

3 Nachweise

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen

Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik

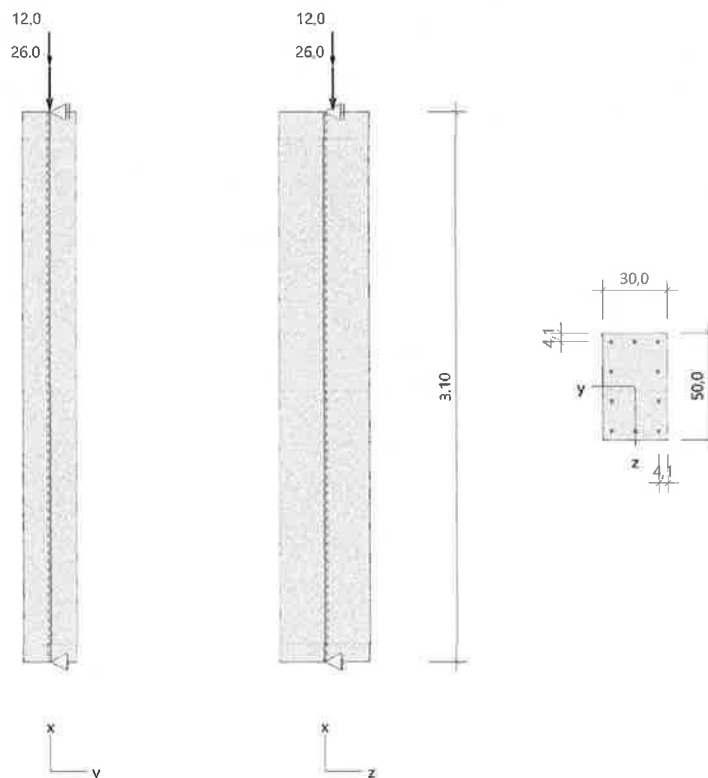
Ψ_2 für Kranlasten

$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)

Kombination ständiger Lasten

- : DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
- : DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
- : DIN EN 1990/NA:2010-12
- : 0.90
- : nicht angesetzt
- : alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System



Kriechzahl

Endkriechzahl $\phi(t_0, \infty) = 2.80$ (Benutzervorgabe)

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{ctd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung
Stützenhöhe $l = 3.10 \text{ m}$
Querschnitt $b_y/d_z = 30.0/50.0 \text{ cm}$
 $b_1/d_1 = 4.1/4.1 \text{ cm}$
Bewehrungsanordnung umfangsverteilt

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche ständig	0.70	0.70	0.60	1.000	1.500 1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		26.0		5.0					ständig		
2	Stützenkopf		12.0		5.0					Kat. C		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		11.6							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

$\min N_{cr}/N = 520,70$ in y- / $1446,38$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 26,0 kN / $e_z = 5,0 \text{ cm}$ (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 12,0 kN / $e_z = 5,0 \text{ cm}$ (Kat. C)	1.50		1.50	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Slankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_{eff}	f_{red}
1	1	Stütze	3.10	3.10	35.8	21.5	88.9	88.9	0.0	0.0	1.751	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit er (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.10	-68.8	-2.66	0.00	1.34	20.1	20.1	Querschnitt
	2.58	-68.8	-2.21	0.00	1.34	20.1	20.1	
	2.07	-68.8	-1.77	0.00	1.34	20.1	20.1	
	1.55	-68.8	-1.33	0.00	1.34	20.1	20.1	
	1.03	-68.8	-0.88	0.00	1.34	20.1	20.1	
	0.52	-68.8	-0.44	0.00	1.34	20.1	20.1	
	0.00	-68.8	0.00	0.00	1.34	20.1	20.1	

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	20.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeineigengewicht	1.00	1.00
V = 26,0 kN / ez = 5,0 cm (ständig)	1.00	1.00
V = 12,0 kN / ez = 5,0 cm (Kat. C)	1.00	

¹ : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.10	-49.6	-1.90	0.00	0.0	0.0			
1	2.58	-49.6	-1.58	0.00	0.0	0.0			
1	2.07	-49.6	-1.27	0.00	0.0	0.0			
1	1.55	-49.6	-0.95	0.00	0.0	0.0			
1	1.03	-49.6	-0.63	0.00	0.0	0.0			
1	0.52	-49.6	-0.32	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-49.6	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.10	-49.6	-1.90	0.00	0.0	0.0			
1	2.58	-49.6	-1.58	0.00	0.0	0.0			
1	2.07	-49.6	-1.27	0.00	0.0	0.0			
1	1.55	-49.6	-0.95	0.00	0.0	0.0			
1	1.03	-49.6	-0.63	0.00	0.0	0.0			
1	0.52	-49.6	-0.32	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-49.6	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.10	-49.6	-1.90	0.00	2.45	-0.018	-3.66	400.00	0.00
1	2.58	-49.6	-1.58	0.00	2.45	-0.020	-4.00	400.00	0.00
1	2.07	-49.6	-1.27	0.00	2.45	-0.022	-4.33	400.00	0.00
1	1.55	-49.6	-0.95	0.00	2.45	-0.023	-4.67	400.00	0.00
1	1.03	-49.6	-0.63	0.00	2.45	-0.025	-5.00	400.00	0.00
1	0.52	-49.6	-0.32	0.00	2.45	-0.027	-5.34	400.00	0.00
1	0.00	-49.6	0.00	0.00	2.45	-0.028	-5.57	400.00	0.00

¹ : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.10	-49.6	-1.90	0.00	0.00	-0.006	-1.23	400.00	0.00
1	2.58	-49.6	-1.58	0.00	0.00	-0.007	-1.36	400.00	0.00
1	2.07	-49.6	-1.27	0.00	0.00	-0.007	-1.48	400.00	0.00
1	1.55	-49.6	-0.95	0.00	0.00	-0.008	-1.60	400.00	0.00
1	1.03	-49.6	-0.63	0.00	0.00	-0.009	-1.72	400.00	0.00
1	0.52	-49.6	-0.32	0.00	0.00	-0.009	-1.85	400.00	0.00
1	0.00	-49.6	0.00	0.00	0.00	-0.010	-1.93	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützenselengewicht	1.00	1.00
V = 26,0 kN / ez = 5,0 cm (ständig)	1.00	1.00
V = 12,0 kN / ez = 5,0 cm (Kat. C)	0.60	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \ll \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm ²]	vorh. $f_{\phi,II}$	erf. $f_{\phi,II}$	η
1	3.10	-44.8	-1.66	0.00	-0.013	-0.40	-11.25	1.00		0.04
1	2.58	-44.8	-1.38	0.00	-0.012	-0.38	-11.25	1.00		0.03
1	2.07	-44.8	-1.11	0.00	-0.011	-0.36	-11.25	1.00		0.03
1	1.55	-44.8	-0.83	0.00	-0.011	-0.34	-11.25	1.00		0.03
1	1.03	-44.8	-0.55	0.00	-0.010	-0.32	-11.25	1.00		0.03
1	0.52	-44.8	-0.28	0.00	-0.010	-0.30	-11.25	1.00		0.03
1	0.00	-44.8	0.00	0.00	-0.009	-0.28	-11.25	1.00		0.03

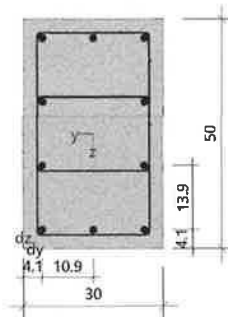
1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

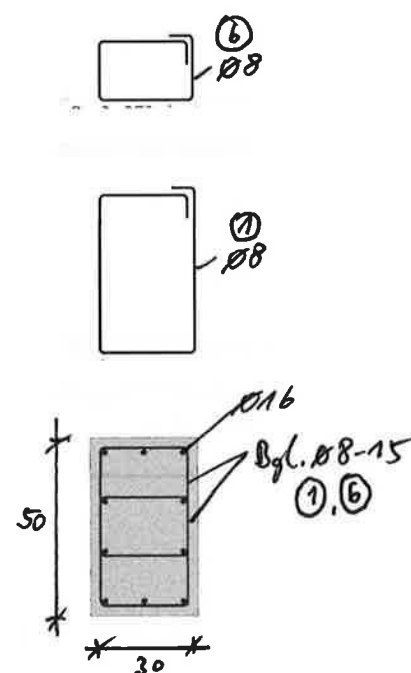
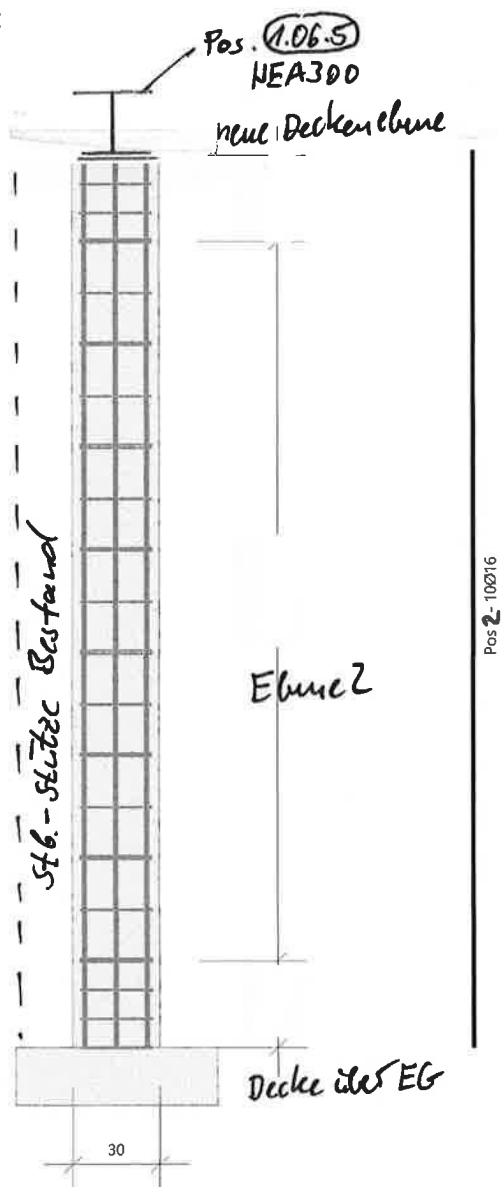
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.3	2.5

Bewehrungsbilder



Ansicht



1.06.9.2 Stahlstütze, Achse B/9 HEA300

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus dem Zugangspodest- Maschinenraum Aufzug sowie dem neuen Deckenhauptträger Pos. 1.06.6.

Sie wird bis auf die Decke über E1 geführt. Die Beanspruchungen werden über die Stahlbeton- Bestandsstützen in Achse B/9 (E1, E0) abgetragen

1 statisches System:

Stützenlänge ges. ca. 4.5m

horiz. Halterung in Höhe der neuen Deckenebene, h 3.2m (hier nicht angesetzt)

Knicklänge zum Nachweis, $l_K = 4,5m$

2 Belastung

aus Podestrandträger Pos. 1.06.7.4, Aufl. 2

Eigengewicht, $G_{1.06.7.4} = 30,30 \text{ kN}$

Nutzlast, $Q_{1.06.7.4} = 29,10 \text{ kN}$

aus Deckenhauptträger Pos. 1.06.6, Aufl. 2

Eigengewicht, $G_{1.06.6} = 48,60 \text{ kN}$

Nutzlast, $Q_{1.06.6} = 27,50 \text{ kN}$

außermittige Lasteinleitung mit

$e_1 = 0,20 \text{ m}$

$M_{G,1.06.6} = G_{1.06.6} * e_1 = 9,72 \text{ kNm}$

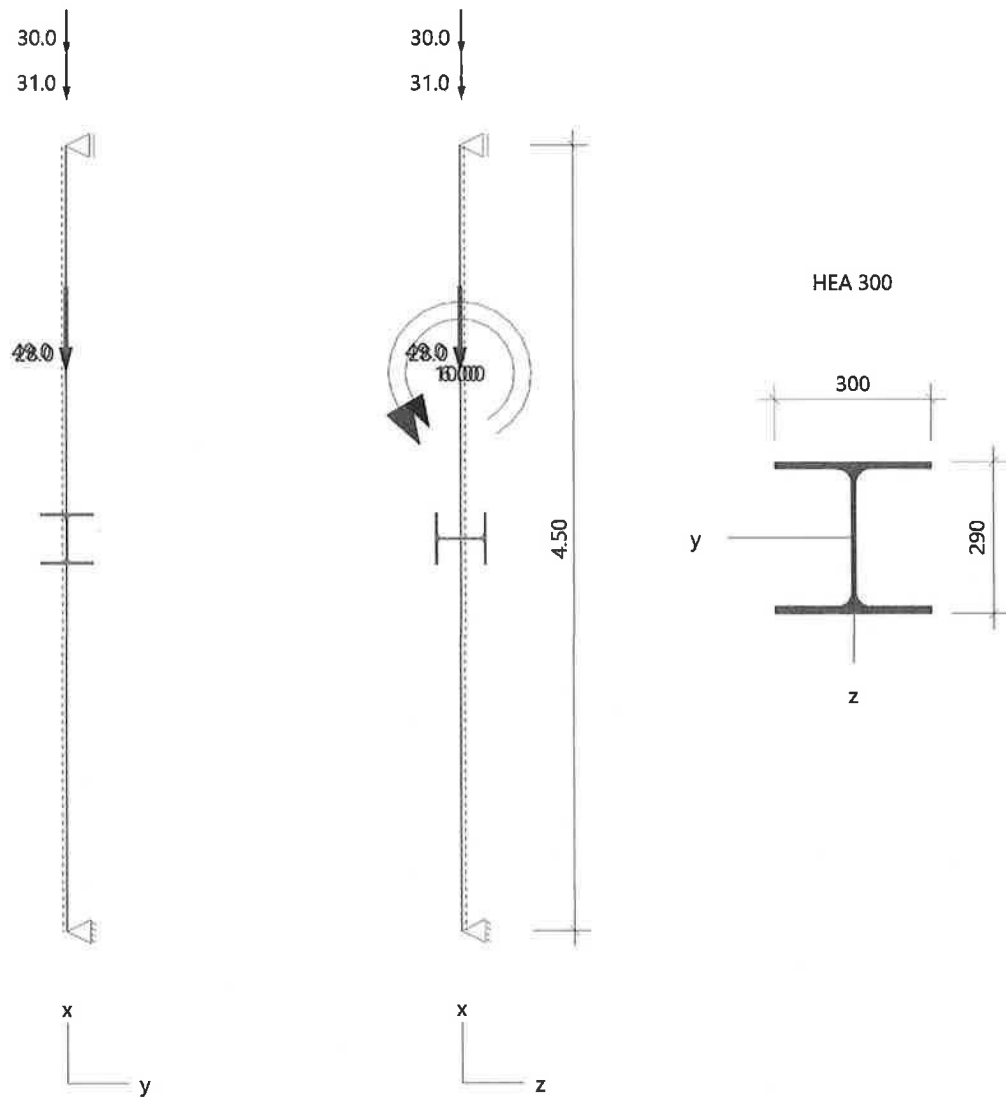
$M_{Q,1.06.6} = Q_{1.06.6} * e_1 = 5,50 \text{ kNm}$

3 Nachweise

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	elastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm

System Pendelstütze



Stütze: Höhe = 4.50 m Material: S235 Querschnitt: HEA 300

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen ^{*)}			Verdrehungen ^{*)}		
		ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.50	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch.

Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
99 3	G Q	ständig/vorübergehend ständig/vorübergehend	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	1.35 1.50	1.00 0.00	1.00 0.70	1.00 0.70	1.00 0.60

Lasten

Lastarten

Art 14 = Kopflast kN 3 = Einzellast bei a kN

4 = Einzelmoment bei a kNm

Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

Standard-Lastfälle und Lasten

Nr	Art	in/um	p_i	a [m]	p_j	l [m]	Ew
1	14	in x-Richtung	31.0	4.50		-	99
2	14	in x-Richtung	30.0	4.50		-	3
3	3	in x-Richtung	49.0	3.20		0.01	99
4	3	in x-Richtung	28.0	3.20		0.01	3
5	4	um die y-Achse	10.00	3.20		0.01	99
6	4	um die y-Achse	6.00	3.20		0.01	3

Ergebnisse

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	1	Querschnitt	0,13
ständig/vorübergehend	1	Stabilität	0,16
charakteristisch	17	Absolutverformung	0,01

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	-200.4	5.0	0.00	0.0	0.00
3.20	-196.6	5.0	16.00	0.0	0.00
3.20	-88.4	5.0	-6.50	0.0	0.00
4.50	-86.9	5.0	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit elastisch - Lfk 1 $\gamma_{m0} = 1,00$

x [m]	Qkl	σ_d [N/mm ²]	τ_d [N/mm ²]	$\sigma_{d,V}$ [N/mm ²]	η
0.00	1	-17.7	2.2	18.1	0.08
3.20	1	-30.1	2.2	30.1	0.13
3.20	1	-13.0	2.2	13.0	0.06
4.50	1	-7.7	2.2	8.6	0.04

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
3.20	1	200.3	16.00	6.62	0.16	1

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-4.0	-	-	-	-
		Lf 1	99	-31.0	-	-	-	-
		Lf 2	3	-30.0	-	-	-	-
		Lf 3	99	-49.0	-	-	-	-
		Lf 4	3	-28.0	-	-	-	-
		Lf 5	99	-	2.2	-	-	-
Kopf	4.50	Lf 6	3	-	1.3	-	-	-
		Lf 5	99	-	-2.2	-	-	-
		Lf 6	3	-	-1.3	-	-	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Kopf	4.50	Lfk 1	-	-5.0	-	-	-
Fuss	0.00	Lfk 1	-200.4	5.0	-	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1,35 + 1:1,35 + 2:1,50 + 3:1,35 + 4:1,50 + 5:1,35 + 6:1,50
17	charakteristisch	Eigengewicht: 1,00 + 1:1,00 + 2:1,00 + 3:1,00 + 4:1,00 + 5:1,00 + 6:1,00

Anschluss auf Decke über Ebene 1

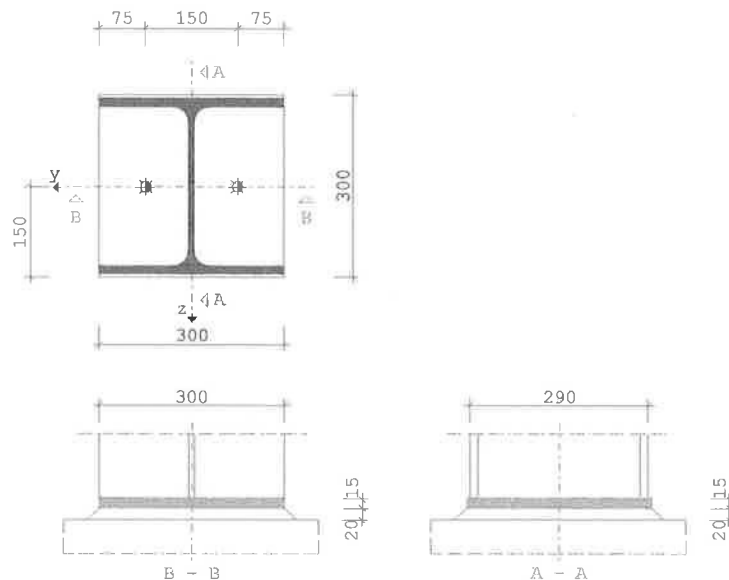
Nachweis der Fußplatte

$$F_{z,d} =$$

200,40 kN

System

Grafik



Kennwerte

Nachweisführung nach DIN EN 1993

Stütze	A cm ²	I _y cm ⁴	I _z cm ⁴	h mm	t _w mm	b mm	t _f mm	r mm			
HE 300 A	113.00	18260.0	6310.0	290.0	8.5	300.0	14.0	27.0			
Fußplatte	Länge	Breite	Dicke	Fugendicke	aw Steg	aw Flansch					
[mm]	300.0	300.0	15.0	20.0	5.0	5.0					
Stahl	f _y N/mm ²	f _u N/mm ²	γ _{M0}	γ _{M2}	β _w	f _{vw} N/mm ²	Beton	α _c	γ _c	f _{cd} N/mm ²	EModul N/mm ²
S235	235.0	360.0	1.00	1.25	0.80	207.8	C 16/20	0.85	1.50	9.1	29000.0
Anker	Anzahl		f _y b	f _u b	N/mm ²						
M 16 - 4.6 R	2		240.0	400.0			Gewinde in Fuge				

Ankerabstände bezogen auf die Außenkante der Fußplatte in Richtung

Steg	e1	e1	Flansch	w3	w1	w3
	150.0	150.0		50.0	150.0	50.0
Nachweis	Berechnungsoptionen (Vorgaben)					
Querkraft	Es wird kein Querkraftnachweis über Anker geführt					

Ergebnisse

Ergebnisse Kombination 1

Nr	Bezeichnung	Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Vyd[kN]
1	Kombination 1	200.00	0.00	0.00	0.00

Nachweis der Fußplatte mit dem Komponentenmodell (Druck)

Tragfähigkeit $NARd = 395.2 \text{ kN}$ $\eta = 0.51 < 1$

Druckkomponente

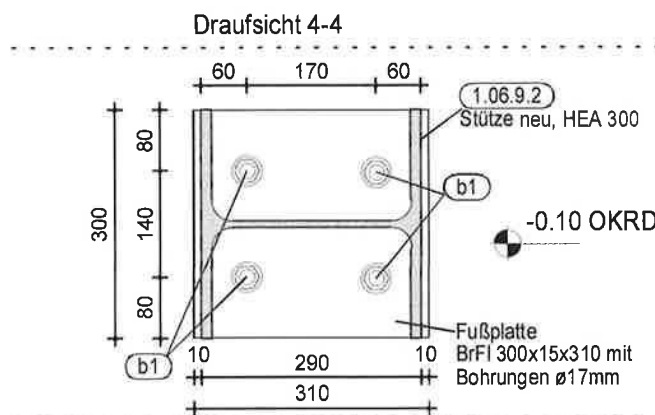
Festigkeit Lagerfuge	fjd =	9.1	N/mm2		
Anschlußbeiwert	βj =	0.67			
Faktor	sqA1A0 =	1.50			
Ausbreitungsbreite	c =	44.1	mm	Dicke	t = 15.0 mm
Flansch	Aeff1 =	189.2	cm2	σD1 =	4.6 N/mm2
Steg	Aeff2 =	168.0	cm2	σD2 =	1.6 N/mm2
Druckfläche	Aeff =	546.5	cm2	NARd =	395.22 kN

Nachweis der Schweißnähte aus Teilschnittgrößen

Querschnittsteil	σ_{wd}		erf.aw	vorh.aw		η
Steg	26.8	N/mm2	0.7	5.0	mm	0.13
Gurt	26.8	N/mm2	0.7	5.0	mm	0.13

maximale Auslastung $\eta = 0.51 < 1$ Nachweis der Fußplatte mit dem Komponentenmodell

Geometrie:



1.06.9.3 Stahlbetonstütze neben Bestandsstütze, Achse A/10

b/h= 30/30cm, C25/30

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus Randdeckenträger Pos. 1.06.5,
 sie wird bis auf die Geschossdecke über E1 geführt.
 (Lastabtrag in den Baugrund über Unterzug/ Ausmauerungen in E0, E1).

1 statisches System:

Knicklänge, l_K =

3,10 m

Pendelstütze mit mögl. Ausweichrichtung z

2 Belastung

aus Deckenrandträger Pos. 1.06.5, Aufl. 1

Eigengewicht, $G_{1.06.5}$ = 33,40 kN

Nutzlast, $Q_{1.06.5}$ = 22,40 kN

unplanmäßige Außermitte der Lasteinleitung zur Achse z,
 e_z =

5,00 cm

3 Nachweise

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen

: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
 : DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
 : DIN EN 1990/NA:2010-12
 : 0.90
 : nicht angesetzt
 : alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

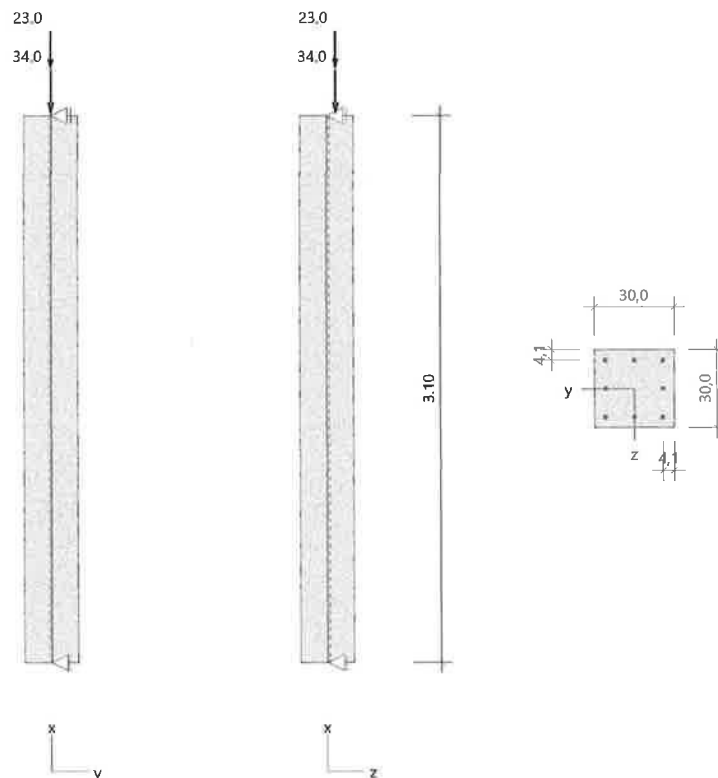
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik

Ψ_2 für Kranlasten

$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)

Kombination ständiger Lasten

System



Kriechzahl

Endkriechzahl $\phi(t_0, \infty) = 2.80$ (Benutzervorgabe)

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85$ $\alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung
Stützenhöhe $l = 3.10 \text{ m}$
Querschnitt $b_y/d_z = 30.0/30.0 \text{ cm}$
 $b_z/d_1 = 4.1/4.1 \text{ cm}$
Bewehrungsanordnung umfangsverteilt

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche ständig	0.70	0.70	0.60	1.000	1.500 1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		34.0		5.0					ständig		
2	Stützenkopf		23.0		5.0					Kat. C		

Punktlasten (Stützelngewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		7.0							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\xi_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 239,29$ in y- / $239,29$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹	LK 3 ¹	LK 4 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 34,0 kN / ez = 5,0 cm (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 23,0 kN / ez = 5,0 cm (Kat. C)	1.50		1.50	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_{eff}	f_{rad}
1	1	Stütze	3.10	3.10	35.8	35.8	60.3	60.3	0.0	0.0	1.665	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.10	-89.8	-4.02	0.00	1.79	16.1	16.1	Querschnitt
	2.58	-89.8	-3.35	0.00	1.79	16.1	16.1	
	2.07	-89.8	-2.68	0.00	1.79	16.1	16.1	
	1.55	-89.8	-2.01	0.00	1.79	16.1	16.1	
	1.03	-89.8	-1.34	0.00	1.79	16.1	16.1	
	0.52	-89.8	-0.67	0.00	1.79	16.1	16.1	
	0.00	-89.8	0.00	0.00	1.79	16.1	16.1	

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	16.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 34,0 kN / ez = 5,0 cm (ständig)	1.00	1.00
V = 23,0 kN / ez = 5,0 cm (Kat. C)	1.00	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.10	-64.0	-2.85	0.00	0.0	0.0			
1	2.58	-64.0	-2.38	0.00	0.0	-0.01			
1	2.07	-64.0	-1.91	0.00	0.0	-0.02			
1	1.55	-64.0	-1.44	0.00	0.0	-0.02			
1	1.03	-64.0	-0.96	0.00	0.0	-0.01			
1	0.52	-64.0	-0.48	0.00	0.0	-0.01			
1	0.00	-64.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.10	-64.0	-2.85	0.00	0.0	0.0			
1	2.58	-64.0	-2.38	0.00	0.0	0.0			
1	2.07	-64.0	-1.90	0.00	0.0	-0.01			
1	1.55	-64.0	-1.43	0.00	0.0	-0.01			
1	1.03	-64.0	-0.95	0.00	0.0	-0.01			
1	0.52	-64.0	-0.48	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-64.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.10	-64.0	-2.85	0.00	2.35	-0.022	-4.43	400.00	0.00
1	2.58	-64.0	-2.38	0.00	2.35	-0.028	-5.55	400.00	0.00
1	2.07	-64.0	-1.91	0.00	2.35	-0.033	-6.69	400.00	0.00
1	1.55	-64.0	-1.44	0.00	2.35	-0.039	-7.83	400.00	0.00
1	1.03	-64.0	-0.96	0.00	2.35	-0.044	-8.81	400.00	0.00
1	0.52	-64.0	-0.48	0.00	2.35	-0.050	-9.96	400.00	0.00
1	0.00	-64.0	0.00	0.00	2.35	-0.054	-10.87	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.10	-64.0	-2.85	0.00	0.00	-0.008	-1.67	400.00	0.00
1	2.58	-64.0	-2.38	0.00	0.00	-0.011	-2.10	400.00	0.00
1	2.07	-64.0	-1.90	0.00	0.00	-0.013	-2.54	400.00	0.00
1	1.55	-64.0	-1.43	0.00	0.00	-0.015	-2.98	400.00	0.00
1	1.03	-64.0	-0.95	0.00	0.00	-0.016	-3.25	400.00	0.00
1	0.52	-64.0	-0.48	0.00	0.00	-0.018	-3.69	400.00	0.00
1	0.00	-64.0	0.00	0.00	0.00	-0.020	-4.03	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeineigengewicht	1.00	1.00
V = 34,0 kN / ez = 5,0 cm (ständig)	1.00	1.00
V = 23,0 kN / ez = 5,0 cm (Kat. C)	0.60	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda < \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi,li}$	erf $f_{\phi,li}$	η
1	3.10	-54.8	-2.39	0.00	-0.033	-1.02	-11.25	1.00		0.09
1	2.58	-54.8	-1.99	0.00	-0.030	-0.94	-11.25	1.00		0.08
1	2.07	-54.8	-1.60	0.00	-0.028	-0.86	-11.25	1.00		0.08
1	1.55	-54.8	-1.20	0.00	-0.025	-0.79	-11.25	1.00		0.07
1	1.03	-54.8	-0.80	0.00	-0.023	-0.71	-11.25	1.00		0.06
1	0.52	-54.8	-0.40	0.00	-0.020	-0.63	-11.25	1.00		0.06
1	0.00	-54.8	0.00	0.00	-0.018	-0.57	-11.25	1.00		0.05

1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

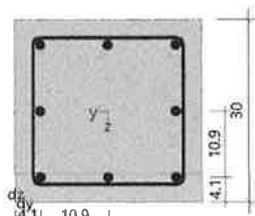
Bewehrungsanordnung

Realisierte Betondeckung

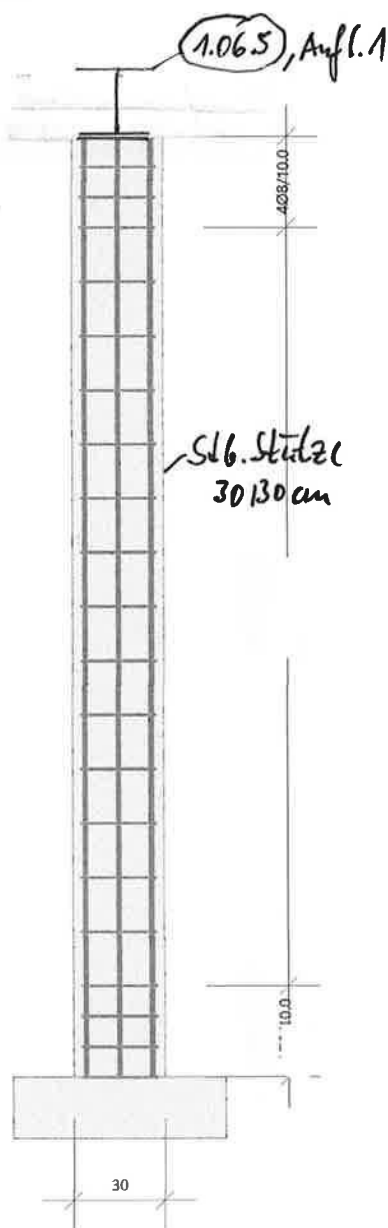
Stützenabschnitt	erf. C _{nom,L} [cm]	erf. C _{nom,B} [cm]	vorh. C _{nom,L} [cm]	vorh. C _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.3	2.5

Bewehrungsbilder

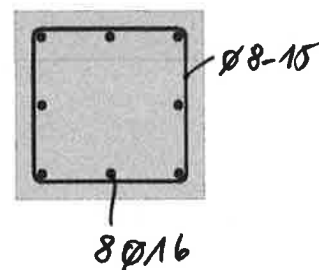
Schnitt



Ansicht



- 8Ø16



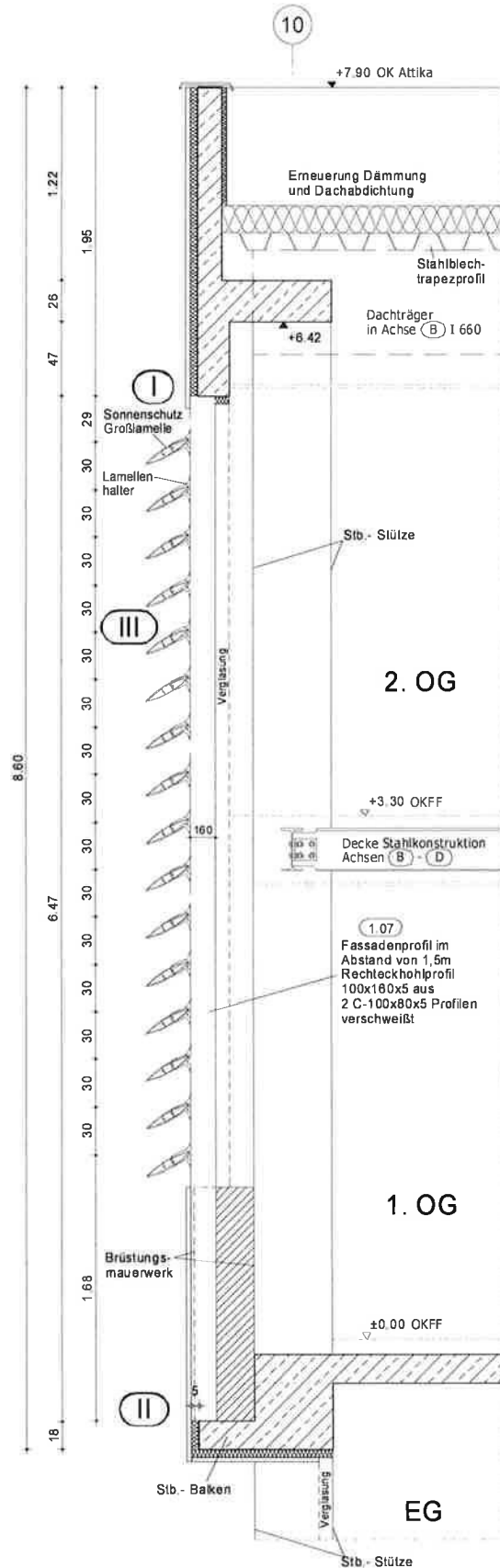
1.07 Fassadenträger als Kastenprofil b/h/t=100/160/5mm

In der Südfassade (Achse 10/B-I) sollen vor den Fenstern Lamellen als permanenter Sonnenschutz angebracht werden.

In der Bestandsstatik gibt es zu den Fassadenträgern auf den Seiten B- 294 bis B- 300 konstruktive Angaben. Das dort nachgewiesene Kastenprofil aus zwei gekanteten, miteinander verschweißten Winkelprofilen wurde nicht gebaut. Die Fassadenprofile wurden gemäß den Detailplänen Blatt 9,11,12 vom 05/1975 aus je zwei verschweißten C- Profilen 100x80x5 gefertigt und verlaufen von OK Stb.- Randbalken über EG bis unter den Attikabalken, sie sind mit einem seitlichen Überstand von 5cm eingebaute.

Am Fußpunkt wird das Profil über eine angeschweißte Platte auf dem Deckenrandbalken aufgesetzt und durch in Aussparungen einbetonierte Schrauben M12x200 angeschlossen. Am Stützkopf ist der ausgeführte Anschluss derzeit nicht bekannt und muss im Zuge der Baudurchführung sondiert werden. Zur Nachweisführung wird ein vertikal verschieblicher Anschluss mit zwei einbetonierten Ankerschrauben M12 angenommen (analog Fußpunkt). Der Achsabstand beträgt 1,5m, das Eigengewicht der Verglasung wird über die an den Stützen innenseitig befestigten Fassadenprofilen in die Decke über EG abgetragen. Nachfolgend werden die Fassadenprofile für die Beanspruchungen aus Windlast, Absturzsicherung sowie Eigengewicht und Eislast aus den Lamellen nachgewiesen.

1 statisches Sytem, Querschnittswerte

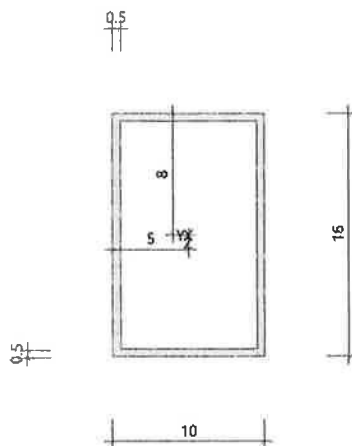


Lamellensystem - nach Herstellerangabe

Fassadenprofil im Bestand

Rechteck- Kastenprofil mit $b/h=100/160/5\text{mm}$,
 aus 2x C100x80x5, miteinander verschweißt

Grafik



System

Rechteck-Hohlprofil

Breite $b = 10.0 \text{ cm}$
 Höhe $h = 16.0 \text{ cm}$
 Dicke $t = 0.5 \text{ cm}$
 Dicke 2 $t_2 = 0.5 \text{ cm}$

Ergebnisse

Fläche	$A = 25.0 \text{ cm}^2$
Axiales Flächenträgheitsmoment (y-Achse)	$I_y = 882 \text{ cm}^4$
Axiales Flächenträgheitsmoment (z-Achse)	$I_z = 422 \text{ cm}^4$
Flächendeviationsmoment	$I_{yz} = 0 \text{ cm}^4$
Torsionsträgheitsmoment	$I_t = 867 \text{ cm}^4$
Widerstandsmoment (y-Achse)	$W_y = 110 \text{ cm}^3$
Widerstandsmoment (z-Achse)	$W_z = 84 \text{ cm}^3$
Torsionswiderstandsmoment	$W_t = 147 \text{ cm}^3$

2 Belastung

2.1 Eigengewicht, LF1

Tragprofil

- aus 2xL- Winkel geschweißtes Rechteck Kastenprofil mit $t=5\text{mm}$

$$\text{Querschnittsfläche, } A_{TP} = 16 \cdot 0,09 \cdot 0,15 = 2,50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\text{Linienlast, } g_{TP} = 78 \cdot A_{TP} = 0,20 \text{ kN/m}$$

(wird vom Nachweisprogramm berücksichtigt)

Großlamelle, z.B. Fa. Schüco

Annahmen zum Nachweis

$$\text{mit } b_{La} = 0,31 \text{ m}$$

$$\text{Abstand der Befestigung } e_{La} = 3,00$$

Linienlast je Lamelle, nach Herstellerangaben

$$g_{La} = 0,05 \text{ kN/m}$$

Auflagerkräfte aus Lamellen am Anschluss Schwertanbinder

$$G_{La} = g_{La} \cdot 2 \cdot e_{La} / 2 = 0,15 \text{ kN}$$

horiz. Abstand Achse Fassadenprofil - Lastangriffspunkt Lamelle

$$e_{H-La} = 14,5 + 16/2 = 22,50 \text{ cm}$$

$$\text{zum Nachweis angesetzt, } e_{H-La} = 25,00 \text{ cm}$$

2.2 Windlast, LF2, LF3

nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 und DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12

Standort des Bauwerks: Geländekategorie II, Binnenland

min. Höhe über OKG, $z_{min} = 13,0 \text{ m}$

$$\text{Windzone 2 } q_b = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

Geländekategorie 2

Böengeschwindigkeitsdruck q_p für $z \geq z_{min}$

$$z = 13,0 \text{ m}$$

$$q_p = 2,1 \cdot q_b \cdot (z/10)^{0,24} = 0,87 \text{ kN/m}^2$$

Druck-/ Sog Beiwerte vertik. Fassade

$$\text{Winddruck, } c_{pD} = 0,80$$

$$\text{Windsog, } c_{pS} = -0,50$$

Linienlast für Fassadenprofile

$$\text{horiz. Abstand untereinander, } e = 1,50 \text{ m}$$

LF2

$$w_{D-TP} = c_{pD} \cdot q_p \cdot e = 1,04 \text{ kN/m}$$

LF3

$$w_{S-TP} = c_{pS} \cdot q_p \cdot e = -0,65 \text{ kN/m}$$

aus Verschattung

Kraftbeiwert c_f

bezogene Rauigkeit k/b

$$k = 1,0 \text{ mm}$$

$$\text{Länge, mit } l = 3,00 \text{ m}$$

$$\text{mittlere Breite Lamelle zum Nachweis, mit } b = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Gesamtfläche } A_W = l \cdot b = 0,45 \text{ m}^2$$

$$\text{bez. Rauigkeit, } x = 10^{-3} \cdot k/l = 0,33 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Luftdichte } \rho = 1,25 \text{ kN/m}^3$$

$$v = \sqrt{(2 \cdot q_p \cdot 10^3 / \rho)} = 37,31 \text{ m/s}$$

$$\text{kinem. Zähigkeit } \nu = 15 \cdot 10^{-6} = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Reynoldszahl,

$$R_e = v \cdot b / \nu = 0,37 \cdot 10^6$$

aus Diagramm DIN EN 1991-1-4, Bild 7.28

$$c_{f,0} = 0,90$$

eff. Schlankheit mit $h < 15\text{m}$, nach Tab. 7.16

$$\lambda_1 = \frac{2 \cdot l}{b} = 40$$

$$\lambda_2 = 70$$

maßgebend

$$\lambda = \text{MIN}(\lambda_1; \lambda_2) = 40,00$$

Volligkeitsgrad $\varphi = 1,0$

aus DIN EN 1991-1-4, Bild 7.36

$$\psi_\lambda = 0,90$$

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda = 0,81$$

zum Nachweis angesetzt

$$c_f = 1,20$$

Linienlast je Lamelle LF2/ LF3

$$w_{La} = c_f \cdot q_p \cdot b_{La} = 0,32 \text{ kN/m}$$

Auflagerkräfte am Lamellenanschluss (Schwertanbinder)

$$W_{La} = w_{La} \cdot 2 \cdot e_{La} / 2 = 0,96 \text{ kN}$$

horiz. Abstand Achse Fassadenprofil - Lastangriffspunkt Lamelle wie LF1

2.3 Eislast Lamellen, LF4

Eislast auf Lamellen

$$g_{Eis} = 0,38 \text{ kN/m}^2$$

Linienlast je Lamelle

$$g_{Eis} = g_{Eis} \cdot b_{La} = 0,12 \text{ kN/m}$$

Auflagerkräfte am Lamellenanschluss (Schwertanbinder)

$$G_{Eis} = g_{Eis} \cdot 2 \cdot e_{La} / 2 = 0,36 \text{ kN}$$

horiz. Abstand Achse Fassadenprofil - Lastangriffspunkt Lamelle wie LF1

2.4 Absturzsicherung, LF5, LF6

Horizontalkraft auf Brüstung in 1m Höhe über OK FB

$$\text{Lastrichtung nach "außen", } h_1 = 1,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{Lastrichtung nach "innen", } h_2 = 0,50 \text{ kN/m}$$

Einzellasten für Fassadenprofil

$$H_1 = h_1 \cdot e = 1,50 \text{ kN}$$

$$H_2 = h_2 \cdot e = 0,75 \text{ kN}$$

3 Belastungsbilder

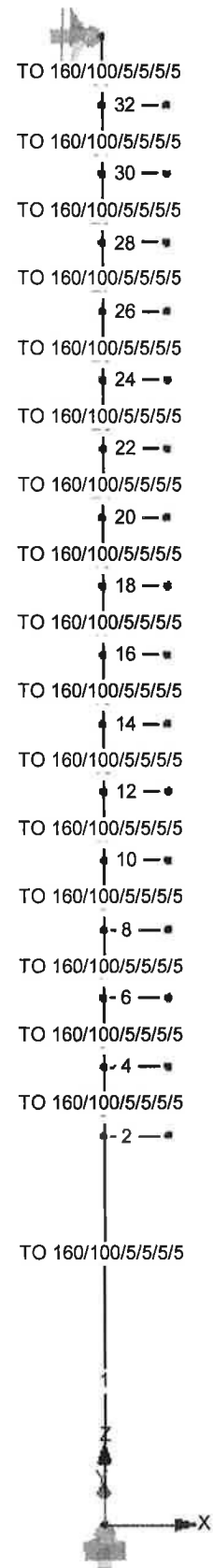
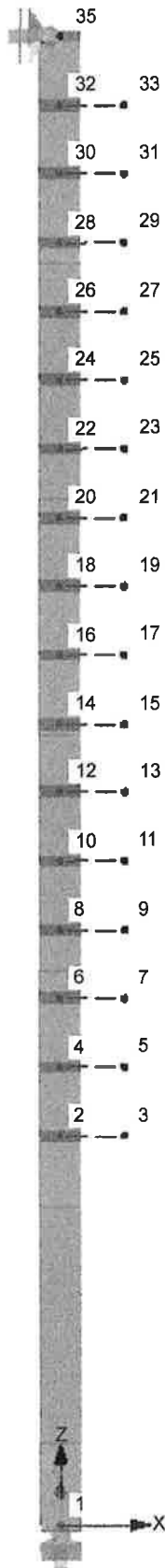
siehe EDV Ausdruck nachf. Seiten

ZU 1 STATISCHES SYSTEM

Knotennummerierung

Isometrie Stabnummerierung
Querschnittsbezeichnung

Isometrie

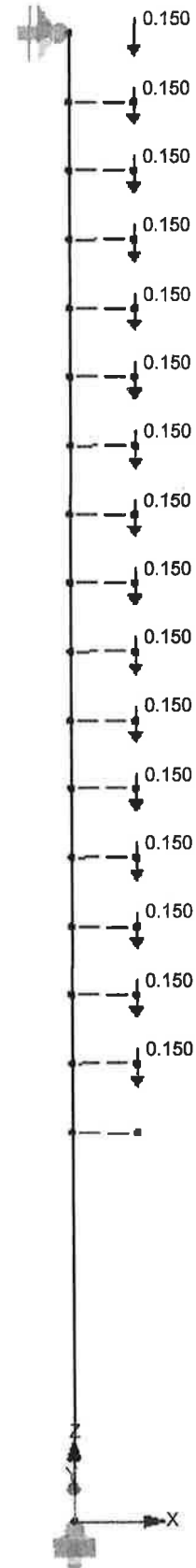
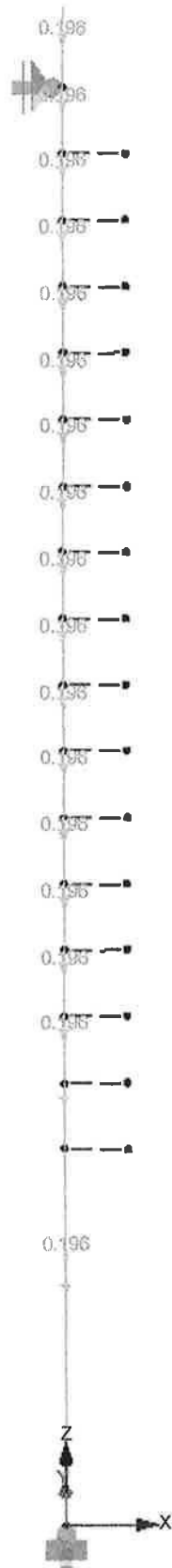


■ ZU 3 BELASTUNGSBILDER

LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN/m]

Isometrie LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN]

Isometrie

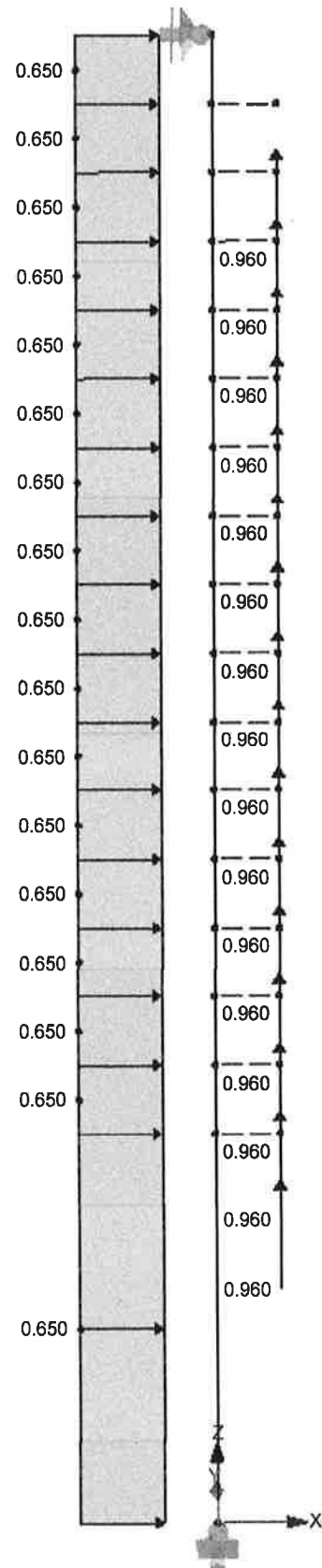
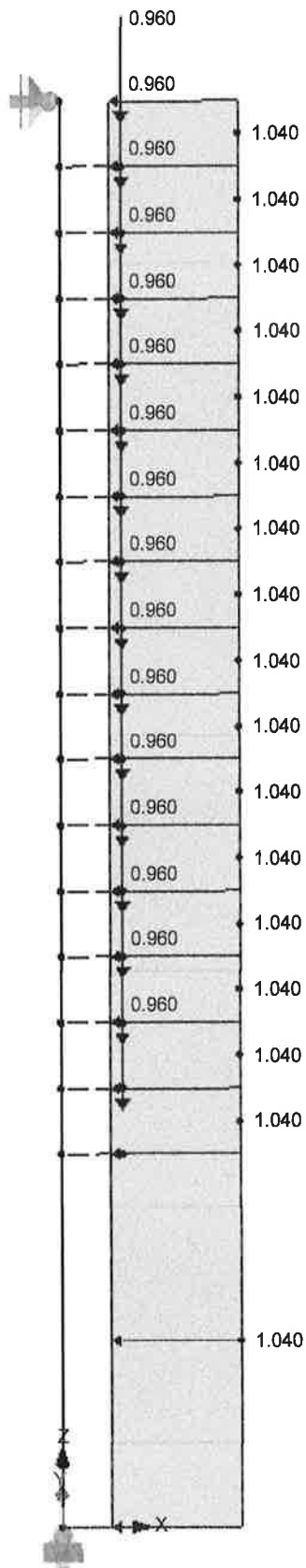


ZU 3 BELASTUNGSBILDER

LF2 : Windlast Fassade, Lamellen, Druck
Belastung [kN/m], [kN]

Isometrie LF3 : Windlast Fassade, Lamellen Sog
Belastung [kN/m], [kN]

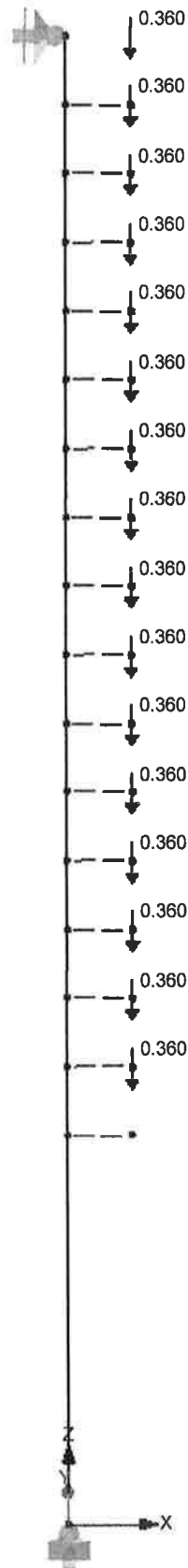
Isometrie



■ ZU 3 BELASTUNGSBILDER

LF4 : Eislast Fassade, Lamellen
Belastung [kN]

Isometrie

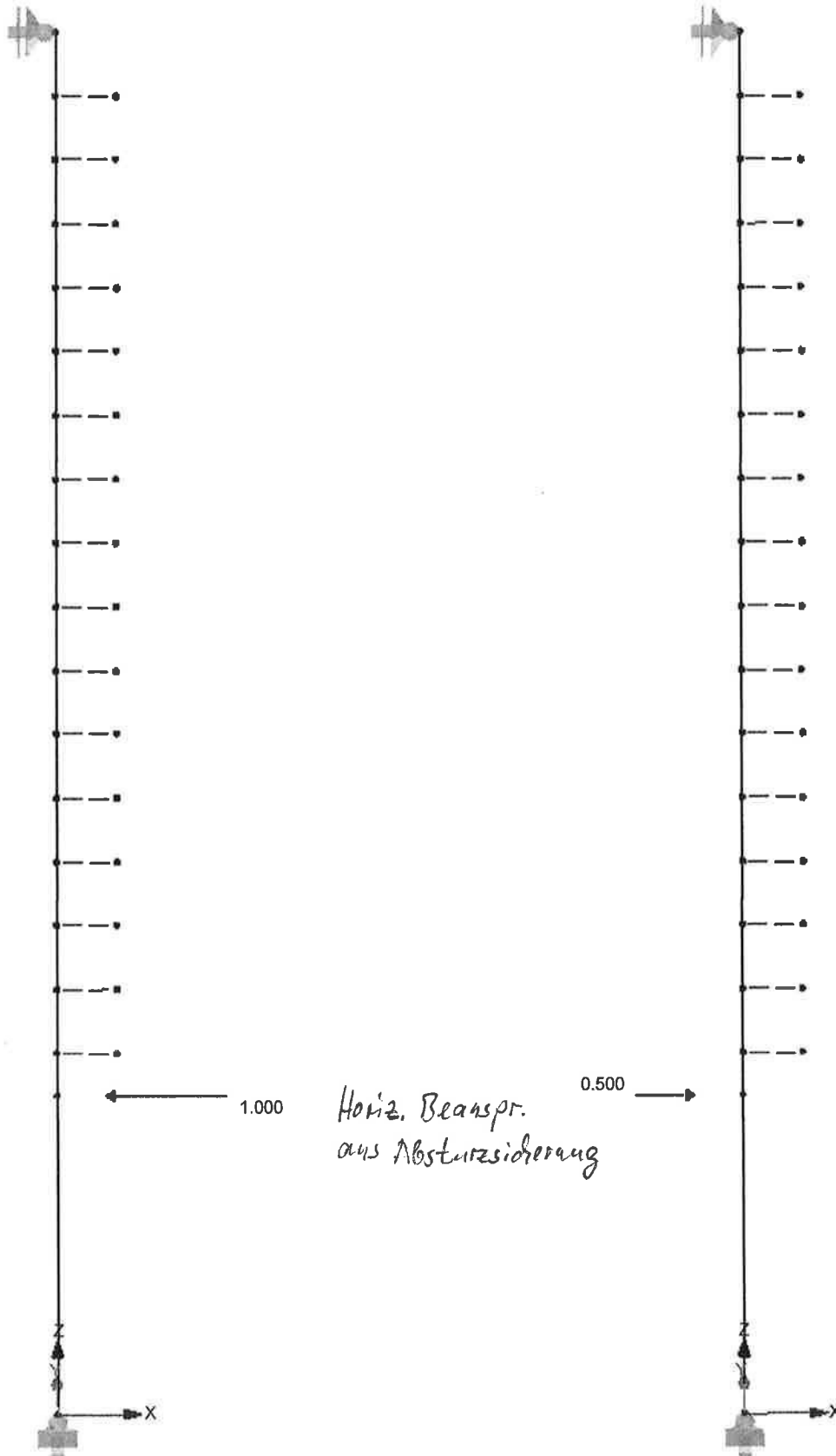


■ ZU 3 BELASTUNGSBILDER

LF5 : Absturzsicherung 1
Belastung [kN]

Isometrie LF6 : Absturzsicherung 2
Belastung [kN]

Isometrie



4 Lastfallkombinationen

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

ständige Einwirkungen

bei P/T, $\gamma_G =$ 1,35

bei A, $\gamma_{G-} =$ 1,00

veränderliche Einwirkungen

bei P/T, $\gamma_Q =$ 1,50

bei A, $\gamma_{Q-} =$ 1,00

- für Tragfähigkeitsnachweise

Kombinationen für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen

$$E_d = E(\sum \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

EK1: 1,35* LF1/s+ 1,5* LF2 oder 1,5*LF3 + 1,5*0,5* LF4 + 1,5*0,7* LF5 oder 1,5*0,7*LF6
zum Nachweis angesetzt

EK1: 1,35* LF1/s+ 1,5* LF2 oder 1,5*LF3 + 1,5* LF4+ 1,5*LF5 oder 1,5*LF6

- für Gebrauchstauglichkeitsnachweise

$$E_d = E(\sum G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

EK2: 1,0* LF1/s+ 1,0* LF2 oder 1,0*LF3 + 1,0* 0,5* LF4 + 1,0* 0,7* LF5 oder 1,0* 0,7* LF6
zum Nachweis angesetzt

EK3: 1,0* LF1/s+ 1,0* LF2 oder 1,0*LF3 + 1,0* LF4 + 1,0* LF5 oder 1,0* LF6

5 Elektronische Berechnung

Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise werden durch das Programmsystem RSTAB, Programmteile STAHL EC3 durchgeführt.

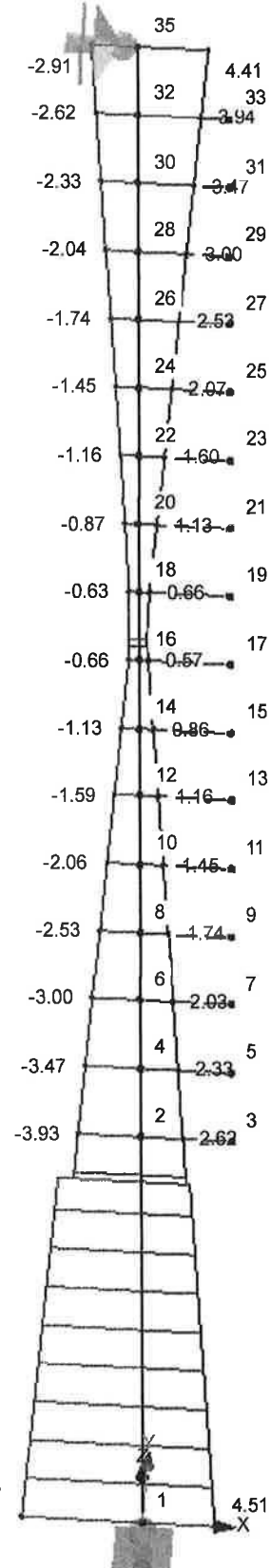
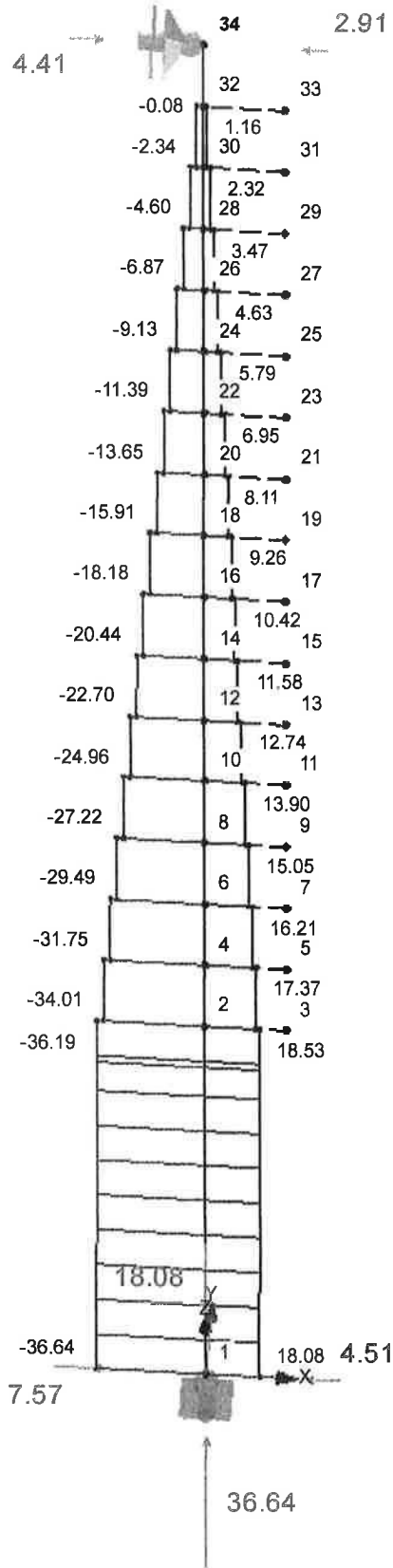
Die Nachweise für verschwächte Querschnitte, Anschlüsse werden extra geführt.

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



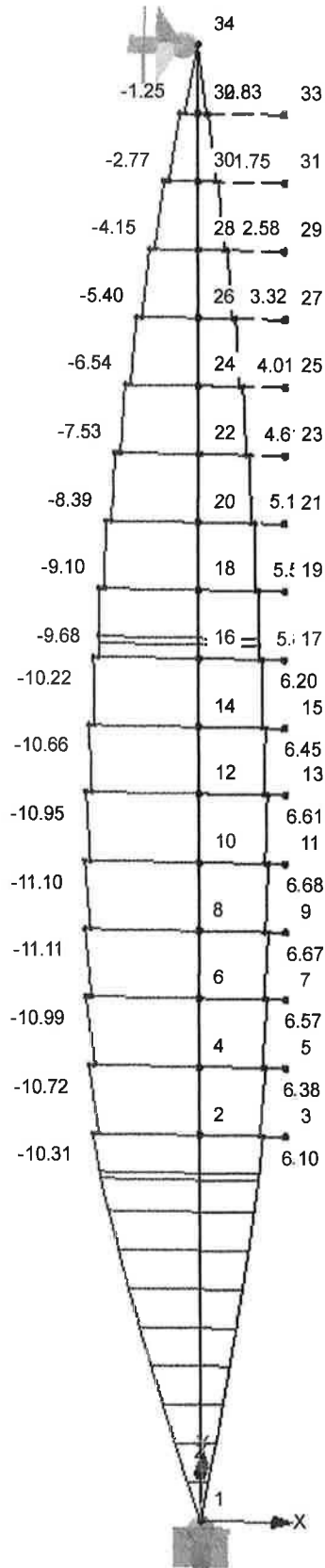
Max N: 18.53, Min N: -36.64 [kN]
Max P-X: 4.51, Min P-X: -7.57 kN
Max P-Z: 18.08, Min P-Z: -36.64 kN

Max V-z: 4.51, Min V-z: -7.57 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Max M-y: 6.68, Min M-y: -11.11 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE

STAHL EC3 FA1

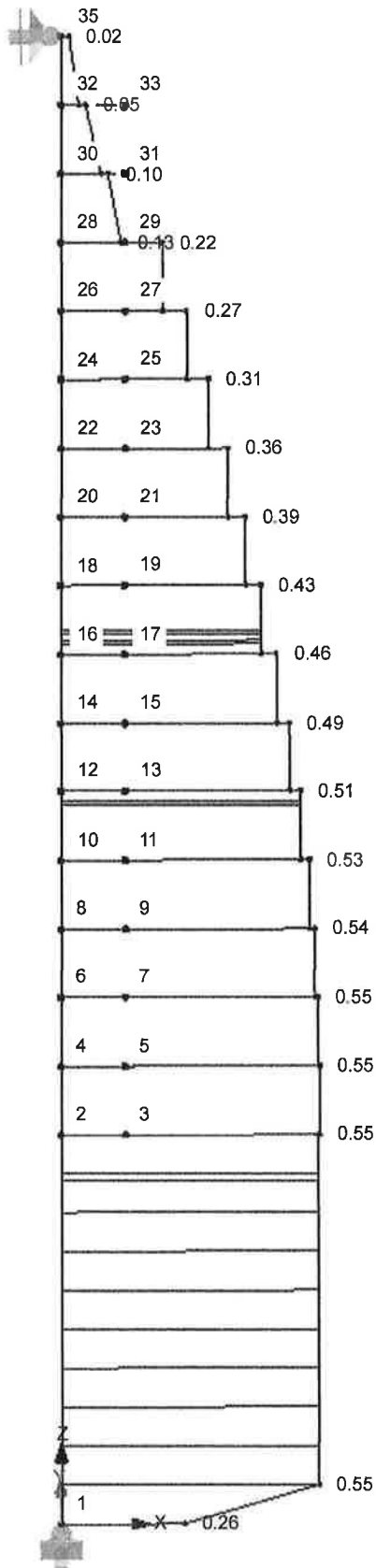
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis, Schweißnahtbem

Isometrie

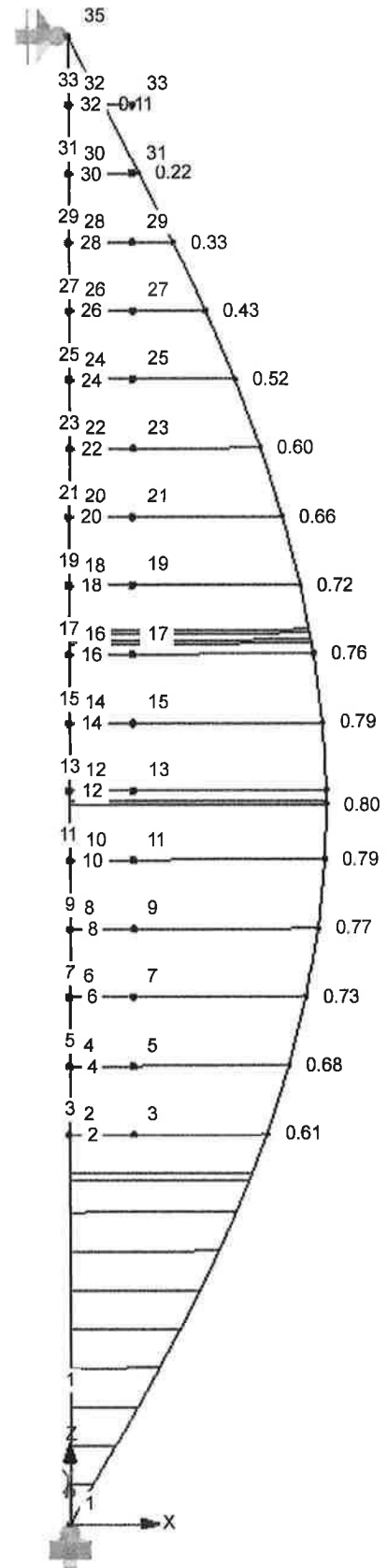
STAHL EC3 FA1

Gebrauchstauglichkeit: Verformungen

Isometrie



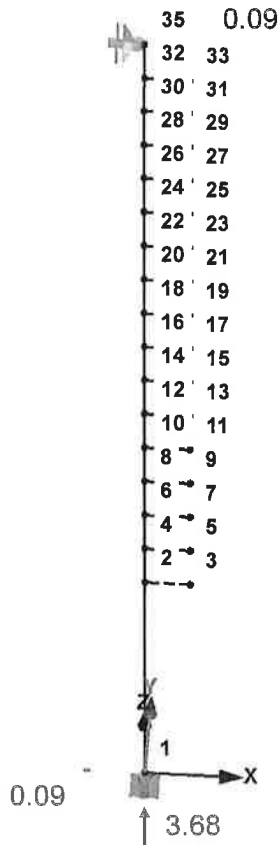
Max Nachweis: 0.55



Max Nachweis: 0.80

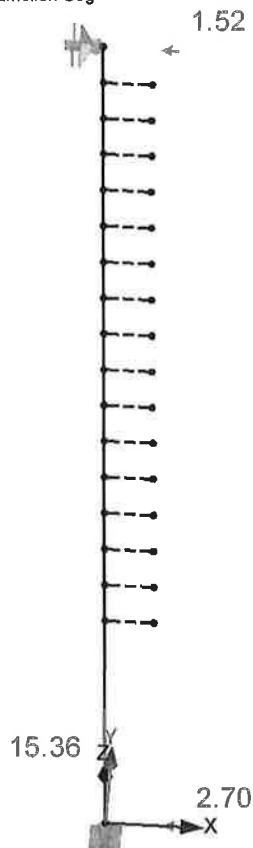
ZU 5 ERGEBNISSE

LF1 : Eigengewicht
Lagerreaktionen[kN]



Max P-X: 0.09, Min P-X: -0.09 kN
Max P-Z: 0.00, Min P-Z: -3.68 kN

LF3 : Windlast Fassade, Lamellen Sog
Lagerreaktionen[kN]



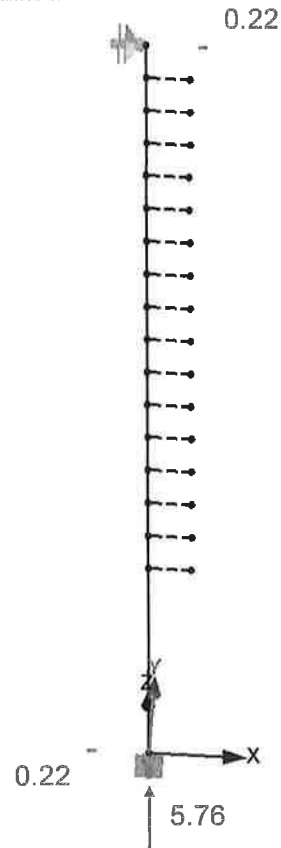
Max P-X: 2.70, Min P-X: 1.52 kN
Max P-Z: 15.36, Min P-Z: 0.00 kN

Isometrie LF2 : Windlast Fassade, Lamellen, Druck
Lagerreaktionen[kN]



Max P-X: -2.79, Min P-X: -3.97 kN
Max P-Z: 0.00, Min P-Z: -15.36 kN

Isometrie LF4 : Eislast Fassade, Lamellen
Lagerreaktionen[kN]



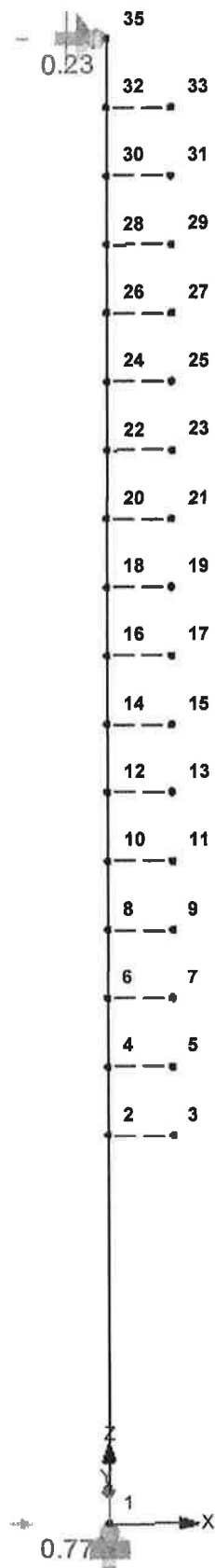
Max P-X: 0.22, Min P-X: -0.22 kN
Max P-Z: 0.00, Min P-Z: -5.76 kN

ZU 5 ERGEBNISSE

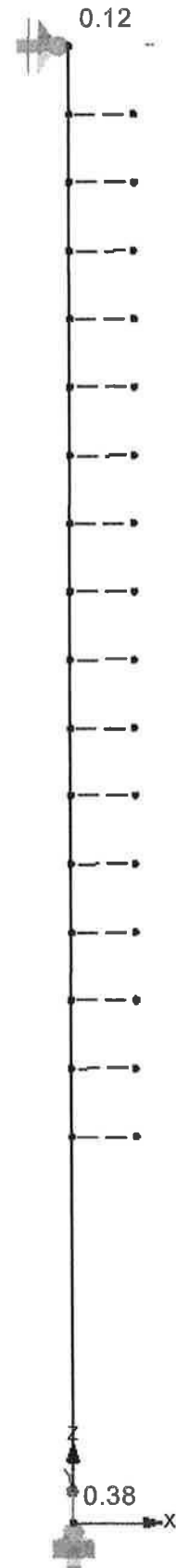
LF5 : Absturzsicherung 1
Lagerreaktionen[kN]

Isometrie LF6 : Absturzsicherung 2
Lagerreaktionen[kN]

Isometrie



Max P-X: -0.23, Min P-X: -0.77 kN
Max P-Z: 0.00, Min P-Z: 0.00 kN

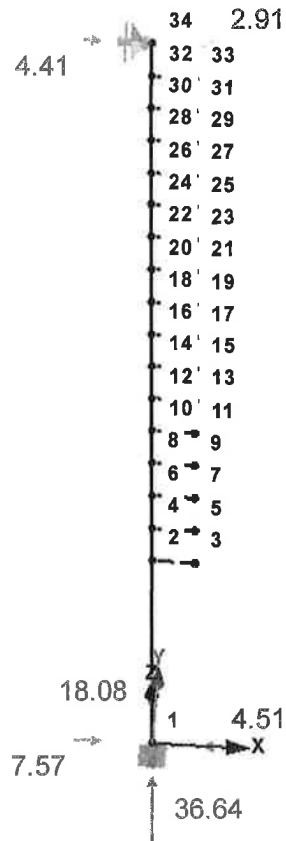


Max P-X: 0.38, Min P-X: 0.12 kN
Max P-Z: 0.00, Min P-Z: 0.00 kN

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

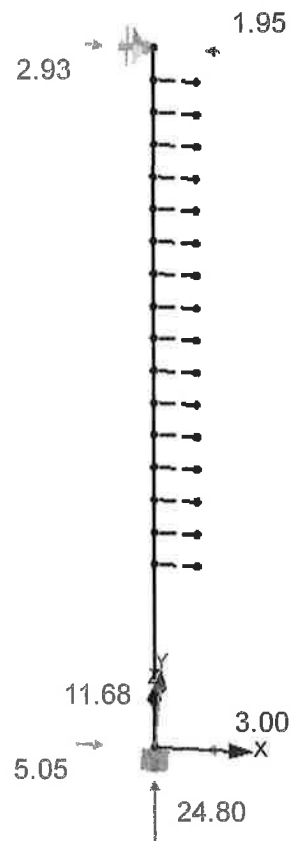
Isometrie



Max P-X: 4.51, Min P-X: -7.57 kN
Max P-Z: 18.08, Min P-Z: -36.64 kN

EK2 : maßgebend GZG
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Max P-X: 3.00, Min P-X: -5.05 kN
Max P-Z: 11.68, Min P-Z: -24.80 kN

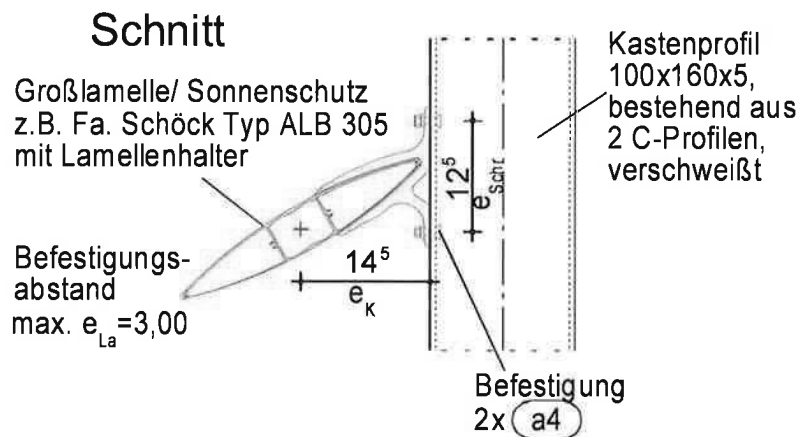
6 zusätzliche Nachweise

6.1 Verschattungskonstruktion

Großlamellen/ Anbindung an Bestandsprofile

Anschluss an Tragprofile (TP) Fassade im Bestand

Geometrie:



Bemessungswert der vertik. Auflagerkraft Lamellenanschluss
 EK1: Eig.+Wind+Eislast

$$F_{d_La} = 1,35 \cdot G_{La} + 1,50 \cdot W_{La} + 1,50 \cdot G_{Eis} = 2,18 \text{ kN}$$

Beanspruchung am Anschluss an Tragprofile
 Schraubverbindung, z.B. mit Hohlraumbefestigung M8

Annahmen zum Nachweis

Kraglänge $e_K = 0,20 \text{ m}$

Abst. Schraubenachsen untereinander

untereinander $e_{Schr} = 0,13 \text{ m}$

vertik. Anschlusskräfte

$$G_{1,V_La} = G_{La} + G_{Eis} = 0,51 \text{ kN}$$

$$W_{1,V_La} = W_{La} = 0,96 \text{ kN}$$

Biegebeanspruchung

$$M_{1,G_La} = G_{1,V_La} \cdot e_K = 0,10 \text{ kNm}$$

$$M_{1,W_La} = W_{1,V_La} \cdot e_K = 0,19 \text{ kNm}$$

Hohlraumbefestigung z.B. mit Holo-Bolt, M8

Bolzen $\varnothing$ d = 8,0 mm
Loch $\varnothing$ d₀ = 14,0 mm

System:

Fassadenprofil Bestand t_{TP} = 5,0 mm

Lamellenhalter

t₁ = 8,0 mm

Randabstand in KR e₁ = 20,0 mm

Schraubenabstand in KR p₁ = 120,0 mm

Randabstand $\perp$ KR e₂ = 25,0 mm

Randabstand innen QRO B = 45,0 mm

Material: S235

f_y = 235,00 N/mm²

f_u = 360,00 N/mm²

f_{u,b} = 1000,00 N/mm²

Teilsicherheitsbeiwerte

γ_{M0} = 1,00

γ_{M2} = 1,25

Prüfung der Rand- und Lochabstände:

kleinste Abstände:

1,2 * d₀ / e₁ = 0,84 ≤ 1

1,2 * d₀ / e₂ = 0,67 ≤ 1

2,2 * d₀ / p₁ = 0,26 ≤ 1

20 / B = 0,44 < 1

Kraft je Schraube:

Anzahl Schrauben, n= 2 Stck
 je Reihe n₁= 1

Abscheren

Schraubenabscherkräfte

$$F_{A,Ed} = F_{d_La} / n = 1,09 \text{ kN}$$

Zugkraft

$$F_{t,Ed} = F_{d_La} * e_K / e_{Schr} = 3,35 \text{ kN}$$

Lochleibung:

$$\alpha_b = \text{MIN}(\frac{e_1}{3 * d_0}; \frac{p_1}{3 * d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{u,b}}{f_u}; 1,0) = 0,48$$

$$k_1 = \text{MIN}(2,8 * \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 * \frac{p_1}{d_0} - 1,7; 2,5) = 2,50$$

$$F_{b,Rd} = k_1 * \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} / 1000 = 13,82 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{A,Ed}}{F_{b,Rd}} = \underline{0,08 < 1}$$

Abscheren: sh. Anlage 1.2

$$F_{v,Rd} = 25,3 \text{ 0,00 kN}$$

$$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}} = \underline{0,04 < 1}$$

Zug, sh. Anlage 1.2

$$F_{t,Rd} = 18,50 \text{ kN}$$

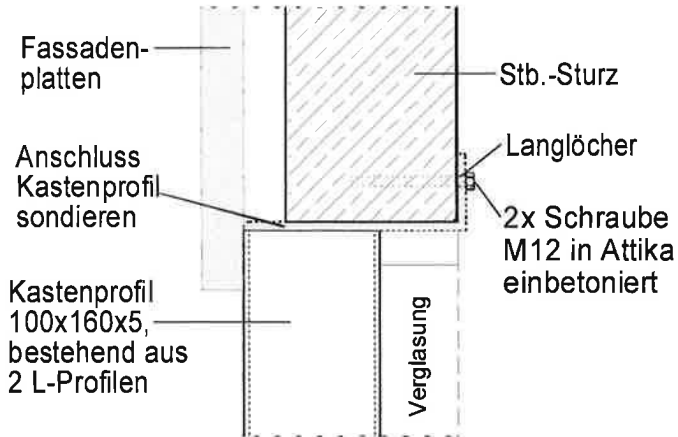
$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = \underline{0,18 < 1}$$

Zug + Abscheren:

$$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 * F_{t,Rd}} = \underline{0,17 < 1}$$

6.2 Fassadenprofil Rechteck Kastenprofil aus RRo 100x160x5

Anschluss am Kopfpunkt Geometrie:



Bem.- Wert der H- Kraft, aus EK1, Kn.34

$$F_{H,d} = 4,41 \text{ kN}$$

Biegung Schweißnaht infolge Versatz,

$$e_1 = 6,00 \text{ cm}$$

$$M_{1,d} = F_{H,d} * e_1 = 26,46 \text{ cm}$$

Biegung im Winkelschenkel

Querschnittswerte

$$b = 15,00 \text{ cm}$$

$$d = 1,00 \text{ cm}$$

$$W_y = b * d^2 / 6 = 2,50 \text{ cm}^3$$

Beanspruchbarkeiten:

$$f_y = 23,50 \text{ kN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$M_{y,c,Rd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} * W_y = 58,75 \text{ kNcm}$$

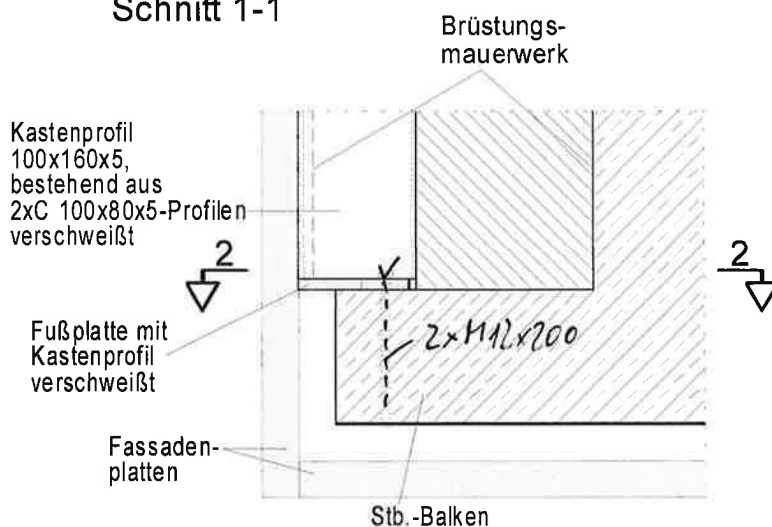
Nachweis Biegebeanspruchung:

$$\frac{M_{1,d}}{M_{y,c,Rd}} = \underline{0,45 < 1}$$

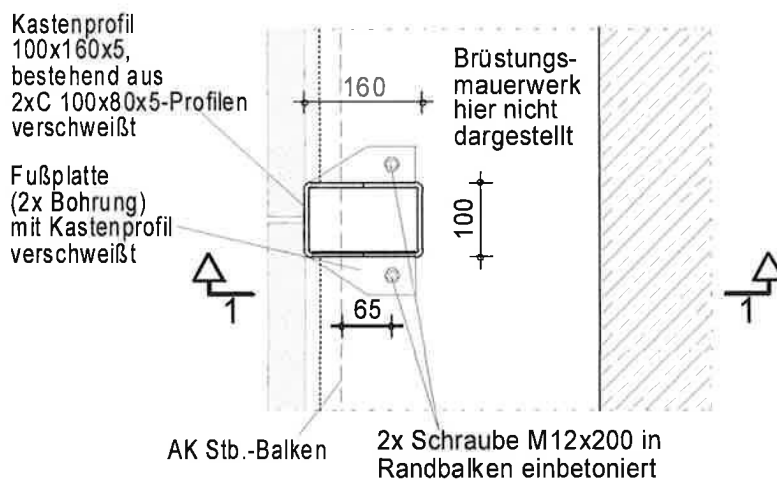
Anschluss am Fußpunkt

Geometrie:

Schnitt 1-1



Schnitt 2-2



Bem.- Wert der H- Kraft, aus EK1, Kn. 1

$F_{z,d} = 36,64 \text{ kN}$

$F_{H,d} = 7,57 \text{ kN}$

charakt. Wert aus EK2

$F_{H,k} = 5,05 \text{ kN}$

- Vertikalkraft wird über Kontaktpressung in Stb- Randbalken eingeleitet

- H- Kraft durch 2x Steinschraube M12x200, einbetoniert

Anzahl der wirksamen Schrauben $n =$

2

je Schraube, $F_{H,d_1} = F_{H,d}/n$

=

3,79 kN

Material Fußplatte: St 37-2

$$f_y = 24,00 \text{ N/mm}^2$$
$$f_{u,k} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

Schrauben M12,
Schaftdurchmesser d=

$$f_{u,b,k} = 400,00 \text{ N/mm}^2 \quad 12,0 \text{ mm}$$

Nachweis Lochleibung/ Abscheren in Fußplatte

$$\begin{aligned} \text{min. Plattendicke } t_p &= 10,0 \text{ mm} \\ \text{Schraubenabstand } e_1 &= 25,0 \text{ mm} \\ \text{Schraubenabstand } e_2 &= 25,0 \text{ mm} \\ \text{Schraubenabstand } p_2 &= 150,0 \text{ mm} \\ \text{Lochdurchmesser } d_0 &= 13,00 \text{ mm} \end{aligned}$$

Grenzabscherkraft der Schrauben:

$$F_{v,Rd} = 16,20 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{H,d}}{F_{v,Rd}} = \underline{\underline{0,47 < 1}}$$

Nachweis der Lochleibung:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{u,b,k}}{f_{u,k}}; 1,0\right) = 0,64$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t_p \cdot f_{u,k} / \gamma_{M2} / 1000 = 55,30 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{H,d}}{F_{b,Rd}} = \underline{\underline{0,14 < 1}}$$

Prüfung der Rand- und Lochabstände:

kleinste Abstände:

$$1,2 \cdot d_0 / e_1 = \underline{\underline{0,62 \sim 1}}$$

$$1,2 \cdot d_0 / e_2 = \underline{\underline{0,62 \sim 1}}$$

$$2,4 \cdot d_0 / p_2 = \underline{\underline{0,21 \leq 1}}$$

größte Abstände:

$$t = t_p = 10,00 \text{ mm}$$

$$e_{\max} = 4 \cdot t + 40 = 80,00 \text{ mm}$$

$$e_1 / e_{\max} = \underline{\underline{0,31 \leq 1}}$$

$$e_2 / e_{\max} = \underline{\underline{0,31 \leq 1}}$$

Verankerung im Beton

Nachweis in Anlehnung an F.Leonhardt "Vorlesung über Massivbau" T2, 2. Aufl. S 85,86

Einbindelänge Bolzen

$$l_E = 20-4 = 16,00 \text{ cm}$$

$$\text{Bolzen } d_S = 1,20 \text{ cm}$$

$$\text{Streckgrenze Bolzenmaterial, } \beta_S = 24,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Prismendruckfestigkeit Beton, } \beta_P = 2,50 \text{ kN/cm}^2$$

Bolzentragfähigkeit

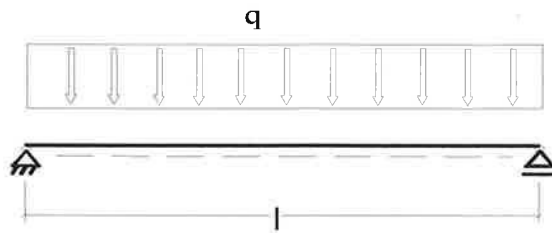
$$\begin{aligned} \text{erf. Einbindelänge erf. } l_1 &= 6 \cdot d_s = 7,20 \text{ cm} \\ l_1 / l_E &= 0,45 < 1,0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sicherheitsbeiwert } \eta &= 5 \\ F_U &= (1,3 \cdot d_s^2 \cdot \sqrt{(\beta_P \cdot \beta_S)}) / \eta = 2,90 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nachweis} \\ F_{H,k} / (n \cdot F_U) &= \underline{0,87 < 1,0} \end{aligned}$$

1.08.1 Türsturz ZFS Typ 2 (11,5x11,3x125cm)

Statisches System:



Lichte Weite:

$$l_w = 1,010 \text{ m}$$

Auflagerlänge:

$$l_a = 0,120 \text{ m}$$

Länge der Ziegelflachsturzes

$$l_s = l_w + 2 \cdot l_a = 1,25 \text{ m}$$

Belastung:

aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand $d_{MW} = 11,5 \text{ cm}$, beidseitig verputzt

$$g_{MW} = 18 \cdot (0,115 + 2 \cdot 0,02) = 2,79 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Höhe der Übermauerung, } h_{MW} = 3,02 - 2,135 = 0,89 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast } g_{MW} = g_{MW} \cdot h_{MW} = 2,48 \text{ kN/m}$$

$$\text{Auflast max. } q = g_{MW} = 2,48 \text{ kN/m}$$

Nachweis:

Höhe der Druckzone: $h = 0,50 \text{ m}$

gewählt: 1x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle

$$\text{zul. } q = 1 \cdot 27,72 = 27,72 \text{ kN/m}$$

$$\text{max. } q / \text{zul. } q = \underline{\underline{0,09 < 1,0}}$$

H - Ebene 1

0.01 Stahlbeton-Unterzug b/h = 50/60cm in der Stb.-Decke d = 18cm

Im Bereich zwischen den Achsen 1-2/D und 1-2/G sind die Unterzüge durch Abschnitte zusätzlicher Ausmauerungen zwischengestützt. Diese Wandbereiche wurden im Rahmen einer Voruntersuchung sondiert. Die geplante Maßnahme umfasst lediglich den Umbau der nichttragenden, leichten Wandabschnitte. Die tragenden Mauerwerksabschnitte bleiben wie im Bestand erhalten.

- 177 -

T 3.3

$$1/ M_b = 39,5 \text{ Mpm} \Rightarrow 7 \text{ Ø } 25$$

Schab dito

3 Ø 25 Ø 8 6 10

$$2/ M_d = 48,7 \text{ Mpm}$$

$$k_m = \frac{1,7 \times 4870}{50 \times 57} = 0,051$$

$$k_{xb} = 0,34 \quad k_b = 0,287 \quad k_z = 0,830$$

$$F_e = \frac{1,7 \times 4870 \times 0,287}{57} = 41,7 \text{ cm}^2$$

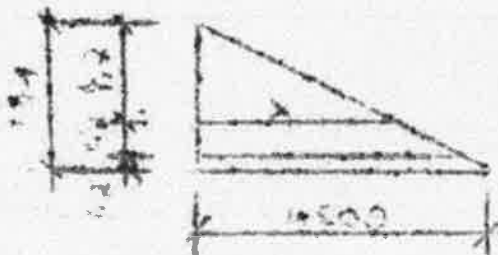
$$\text{Vorschlag } 9 \text{ Ø } 25 \quad F_e = 44,18 \text{ cm}^2$$

$$T_{bd} = 40,5 \text{ Mp}$$

$$\tau = \frac{40500}{50 \times 1,7 \times 0,830} = 17,1 \text{ kp/cm}^2$$

4schnittige Bügel Ø 8 a 10 cm

$$\tau_t = \frac{2,01 \times 5400}{10 \times 50 \times 1,7} = 5,7 \text{ kp/cm}^2$$



$$x = 450 \frac{9,7}{17,1} = 271 \text{ cm}$$

$$f_0 = \frac{0,5 \times 9,7 \times 271 \times 50 \times 1,7}{4200 \sqrt{5}} = 18,9 \text{ cm}^2$$

$$\text{abgebogen werden } 4 \text{ Ø } 25 / F_e = 19,64 \text{ cm}^2 /$$

Rissuntersuchung

$$\mu = \frac{44,18 \times 100}{57 \times 50} = 1,55$$

$$k_{\delta} = 2,2 \quad k_{\delta'} = 24$$

$$\max \delta = 2,2 \times 24 = 52 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \dots \text{entspricht}$$

- 178 -

$$T_{ds} = 41,9 \text{ kp}$$

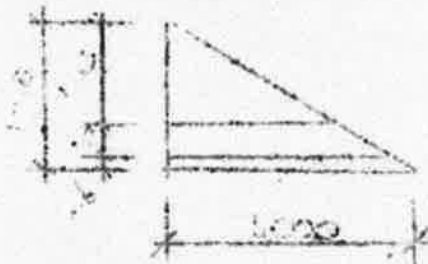
$$\gamma = \frac{41903}{50 \times 57 \times 9,850} = 17,8 \text{ kp/cm}^2$$

geschnittene Bügel $\approx 10 \text{ cm}$

$$\gamma_t = 5,7 \text{ kp/cm}^2$$

$$x = 300 \frac{10,5}{17,8} = 174 \text{ cm}$$

$$f_c = \frac{0,5 \times 10,5 \times 17,8 \times 50 \times 1,7}{4100 \sqrt{1}} = 12,9 \text{ cm}^2$$



abgebogen werden 3 $\varnothing$ 21

$$1/ R_e = 31,86 \text{ kp/cm}^2 \Rightarrow 4 \varnothing 21$$

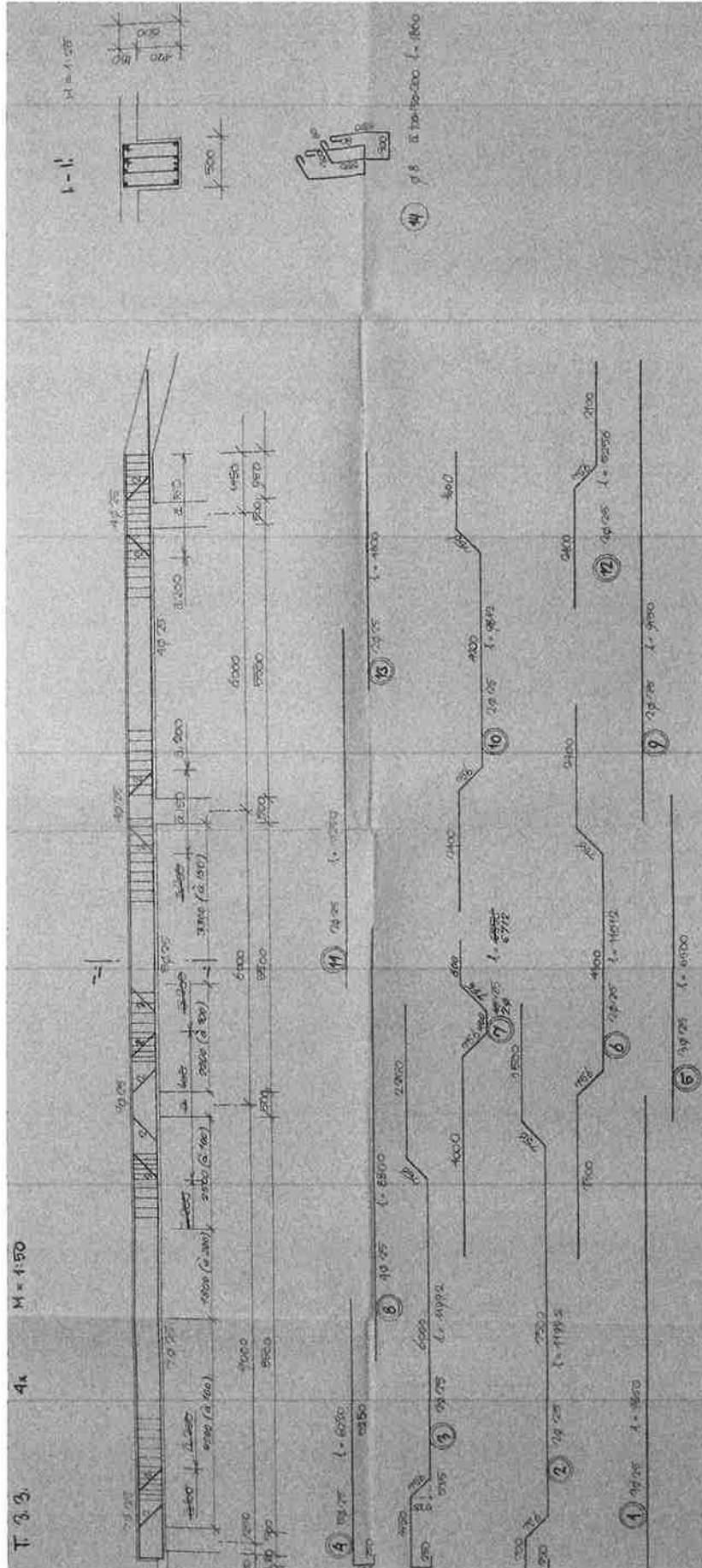
$$T_{ed} = 18,8 \text{ kp} \Rightarrow 2 \text{ Abbiegungen} + \text{Bügel } 1/ 8 \text{ d } 11 \text{ cm}$$

$$4/ R_f \approx R_e \Rightarrow 4 \varnothing 21 \quad \text{Gleich dito}$$

$$5/ R_{s3} = 36,6 \text{ kp/cm}^2 \Rightarrow 7 \varnothing 21$$

$$6/ R_{s4} = 39,8 \text{ kp/cm}^2 \Rightarrow 8 \varnothing 21$$

$$7/ R_{s5} = 18,1 \text{ kp/cm}^2 \Rightarrow 4 \varnothing 21$$



0.03 **Stahlterasse als Fluchttreppe im Außenfoyer, neu**

Bei der Errichtung des Ausstellungsfoyers im Jahre 2003 wurde eine stählerne Fluchttreppe vom 1. Obergeschoss hinunter auf die Foyerebene geplant und gebaut.

Im 1. Nachtrag zur Statischen Berechnung von Ingenieure Ziemendorf&Effenberger GBR, (Bergstr. 8, 16306 Berkholz-Meyenburg) wurde diese Stahlkonstruktion bemessen.

Im Zuge der brandschutztechnischen Sanierung des Theatergebäudes muss diese Fluchttreppe verbreitert werden.

Die neue Konstruktion wird als einläufige Stahlterasse mit zwei Zwischenpodesten geplant. Die lastabtragenden Wangen dienen zur Aufnahme der Stufen und Podestprofile und leiten die Beanspruchungen über Querträger und Stützen in die Gründungsbauteile ab.

Am Austritt schließen die Wangenprofile an ein RRo- Profil an, dieses leitet die Beanspruchungen in die Ankerplatten der Bestandsdecke ab (Achse A/2-3).

Der Nachweis der Lasteinleitung erfolgt über den Vergleich der Beanspruchungen zwischen geplanter und Bestandskonstruktion.

Die geplante Lage der Rohrstützen in Wandachse der Seitenwand des Heizungskanals und der Bodenplattenrippe sicherzustellen. Diese Gründungsbauteile sind vor Erstellung der Ausführungsplanung zu sondieren und mit der Planung abzugleichen.

Die Geländerkonstruktion wird biegesteif mit den außenseitigen Treppenlauf- bzw. Wangenprofilen verbunden.

Nachfolgend werden die Tragquerschnitte sowie maßgebende Anschlüsse und Verbindungen nachgewiesen. Ergänzen Nachweise werden im Zuge der Ausführungsplanung nachgereicht.

Profile:

Stützen unter Podesten Ro 114,3x5

**Querträger Stützenköpfe als I- Profile mit veränderl. Höhe b/h=120/120...240mm
(aus HEB 120)**

Querträger am Treppenantritt QRo 100x4

Querträger am Treppenaustritt RRo 140x80x8 (w)

Wangen BrFI 280x20

Tragprofile oberes Podest QRo 50x4, FI 25x50

Querträger oberes Podest FI 20x150, RRo 100x50x4, QRo 50x4

Tragprofile unteres Podest RRo 100x50x4 (liegend)

1 statisches System:

siehe 3

Anzahl Stg. n_{St} = 24

Auftrittshöhe Treppenstufen h_{St} = $10^2 \cdot (1,65 + 2,52) / n_{St}$ = 17,38 cm

Auftrittsbreite Treppenstufen b_{St} = 29,0 cm

Winkel Treppenlaufneigung zur Horizontalen

α_{TL} = $ATAN(h_{St} / b_{St})$ = 30,93

2 Belastung

Lasteinflussbreite je Profilseite Stufenrost

b_{Rost} = $0,29/2$ = 0,145 m

LF1 Eigengewicht

Das Eigengewicht der generierten Tragprofile wird vom Stabwerksprogramm erfasst

Stufen, aus 2x QRo 50x4, verschweißt

g_{QRo} = 0,06 kN/m

Stufenlänge, l_{St} = 2,40 m

Stufenbreite, b_{St} = 0,29 m

Setzstufe einschl. Überlappung (BI)

h_{St} = $0,17 + 0,05$ = 0,22 m

zum Nachweis, Querprofile (Längsprofile werden vom Programmsystem berücksichtigt)

Profile Querrichtung, FI 50x8, $g_{FI_50_8}$ = 0,03 kN/m

G_{TSt_1} = $2 \cdot b_{St} \cdot g_{FI_50_8}$ = 0,02 kN/m

Stufenfläche A_{St} = $2,4 \cdot 0,29$ = 0,70 m²

aus Blech, oben, Setzstufe t=5mm, unten 3mm

g_{Bl_5mm} = $0,005 \cdot 78,5$ = 0,39 kN/m²

g_{Bl_3mm} = $0,003 \cdot 78,5$ = 0,24 kN/m²

vorderes Längsprofil

g_{Bl_St1} = $(b_{St}/2 + h_{St}) \cdot g_{Bl_5mm} + b_{St}/2 \cdot g_{Bl_3mm}$ = 0,18 kN/m

hinteres Längsprofil

g_{Bl_St2} = $b_{St}/2 \cdot (g_{Bl_5mm} + g_{Bl_3mm})$ = 0,09 kN/m

aus Stufenbelag, mit g_{Bei} = 0,20 kN/m²

Linienlast je Längsprofil
vord. Stufenprofil

$$g_{St_L1} = G_{TSt_1} / (2 \cdot l_{St}) + g_{Bl_St1} + g_{Bel} \cdot b_{St} / 2 = 0,21 \text{ kN/m}$$

hinteres Stufenprofil

$$g_{St_L2} = G_{TSt_1} / (2 \cdot l_{St}) + g_{Bl_St2} + g_{Bel} \cdot b_{St} / 2 = 0,12 \text{ kN/m}$$

zum Nachweis angesetzt

$$g_{St_L1_L2} = 0,25 \text{ kN/m}$$

Podestflächen

aus Blech, oben $t=5\text{mm}$, unten 3mm

$$g_{Bl} = g_{Bl_5\text{mm}} + g_{Bl_3\text{mm}} = 0,63 \text{ kN/m}^2$$

Austiefungsprofile im Abstand $e=0,4\text{m}$ mit $g=0,1 \text{ kN/m}$

$$g_{1_Po} = 0,1 / 0,4 = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{aus Belag, mit } g_{Bel} = 0,20 \text{ kN/m}^2$$

Flächenlast

$$g_{Po} = g_{Bl} + g_{1_Po} + g_{Bel} = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

zum Nachweis angesetzt

$$g_{Po} = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

Geländer, Verglasung mit VSG. $d=2 \times 6\text{mm}$, $h=1,0\text{m}$

Linienlast

$$g_{Gel} = 25 \cdot 2 \cdot 0,006 \cdot 1 = 0,30 \text{ kN/m}$$

LF 2 bis 6 Nutzlast/ Holmdruck Geländer

Lastanordnung abschnittsweise

Flächenlast

$$q_{Tr} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

Linienlasten Stufen, je Längsprofil

$$q_{St_L1_L2} = q_{Tr} \cdot b_{St} / 2 = 0,72 \text{ kN/m}$$

zum Nachweis angesetzt

$$q_{St_L1_L2} = 0,75 \text{ kN/m}$$

Bereich Podest

$$q_{Po} = q_{Tr} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

Mannlast auf Stufen

$$Q_{V1} = 2,00 \text{ kN}$$

(zusätzlicher Nachweis sh. Pos. 0.03.6)

Holmlast horiz., jeweils in Richtung "nach außen" angesetzt

$$q_H = 1,00 \text{ kN/m}$$

über Handlauf und Pfosten auf Wangenprofile eingetragen

Biegebeanspruchung Wangenprofile

$$\text{Geländerhöhe, } h_{Gel} = 1,00 \text{ m}$$

$$M_q = q_H \cdot h_{Gel} = 1,00 \text{ kNm}$$

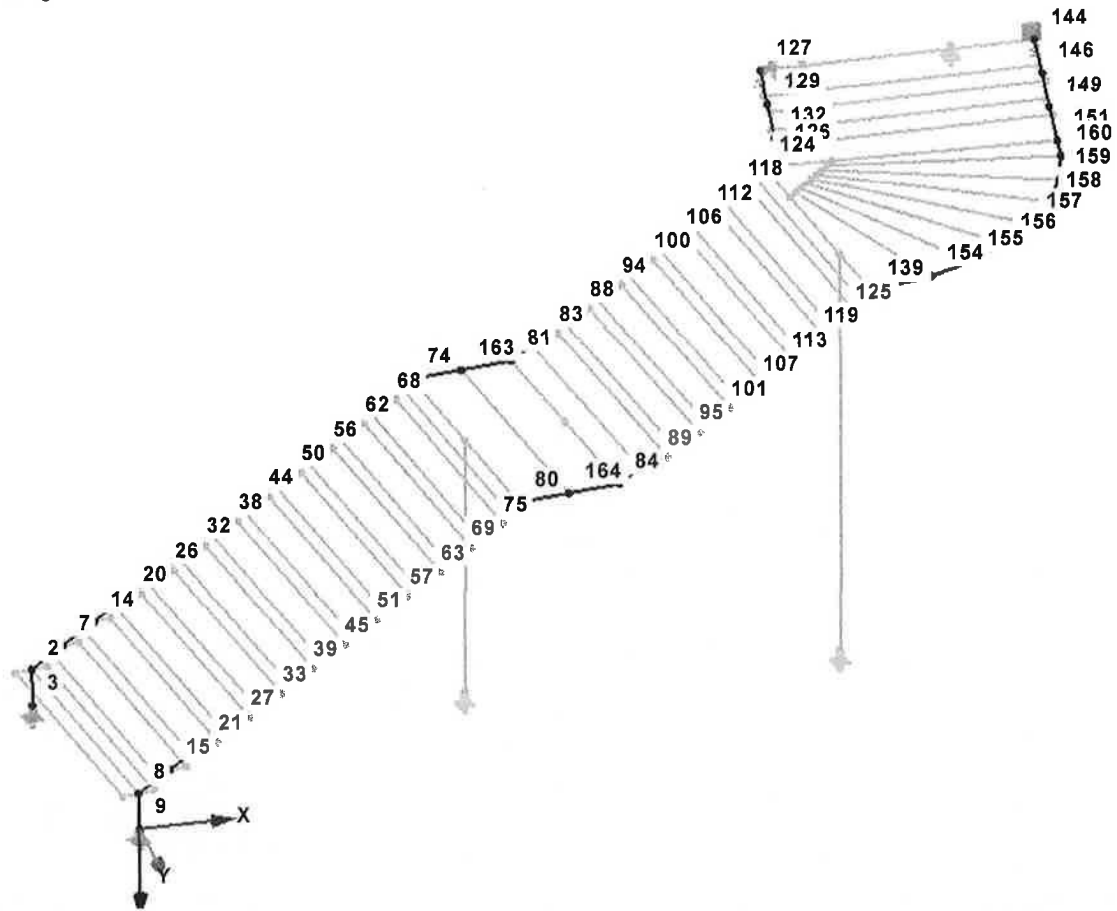
3 Belastungsbilder

siehe EDV Ausdruck nachf. Seiten

ZU 1 STATISCHES SYSTEM, WANGEN, QRO- STUFENPROFILE

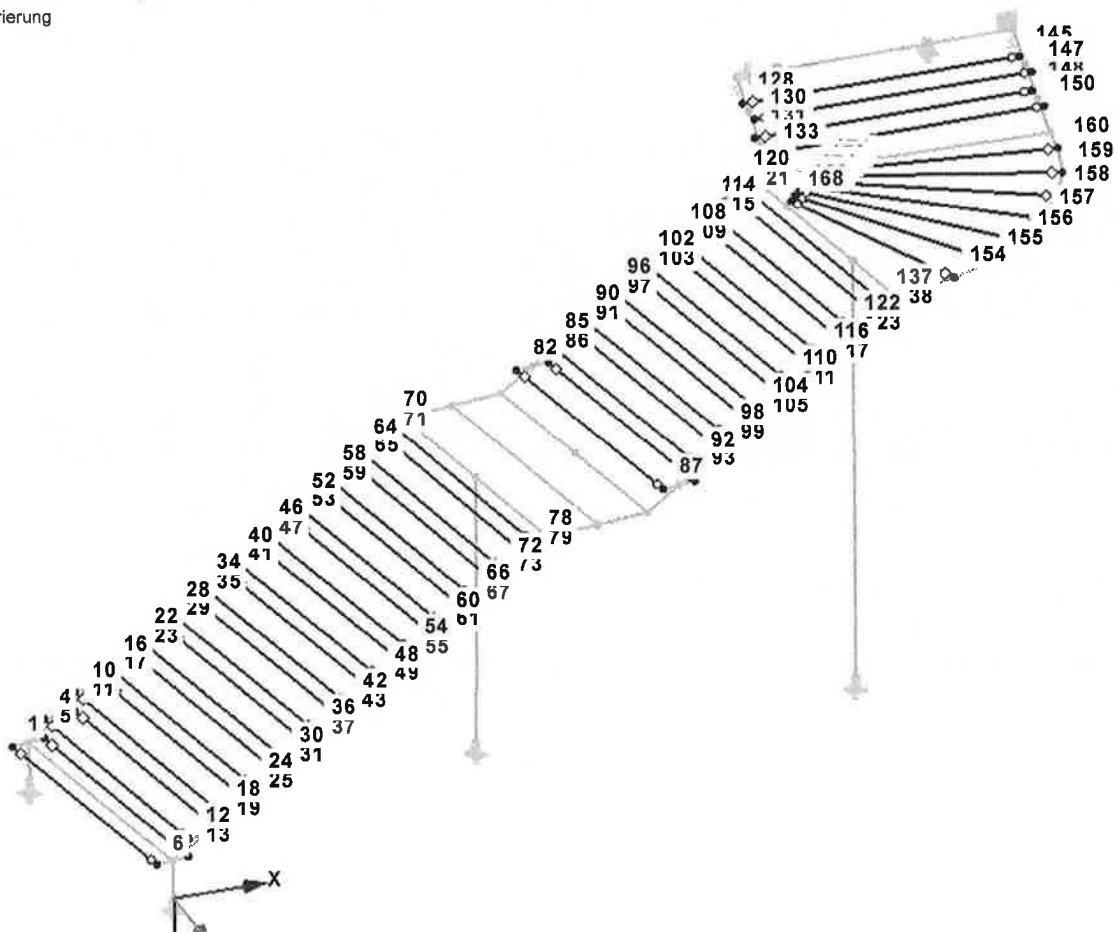
Knotennummerierung

Isometrie



Knotennummerierung

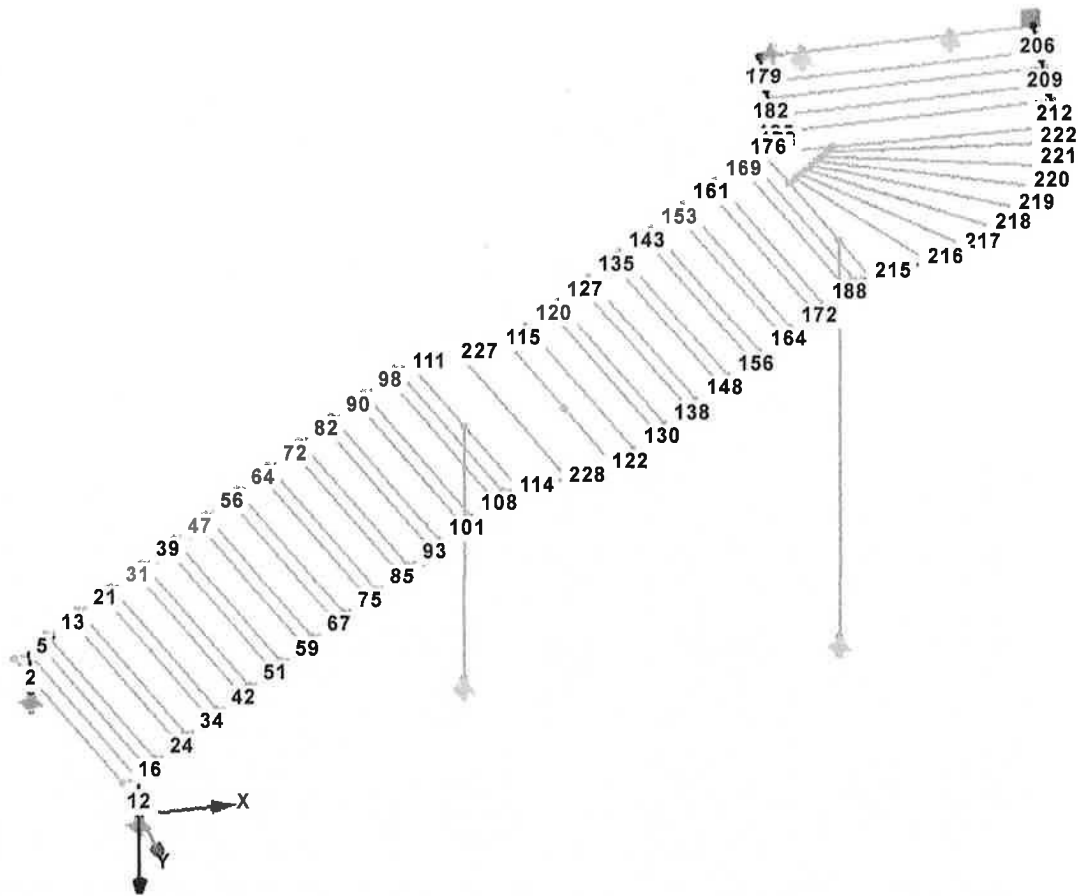
Isometrie



■ ZU 1 STATISCHES SYSTEM, WANGEN, QRO- STUFENPROFILE

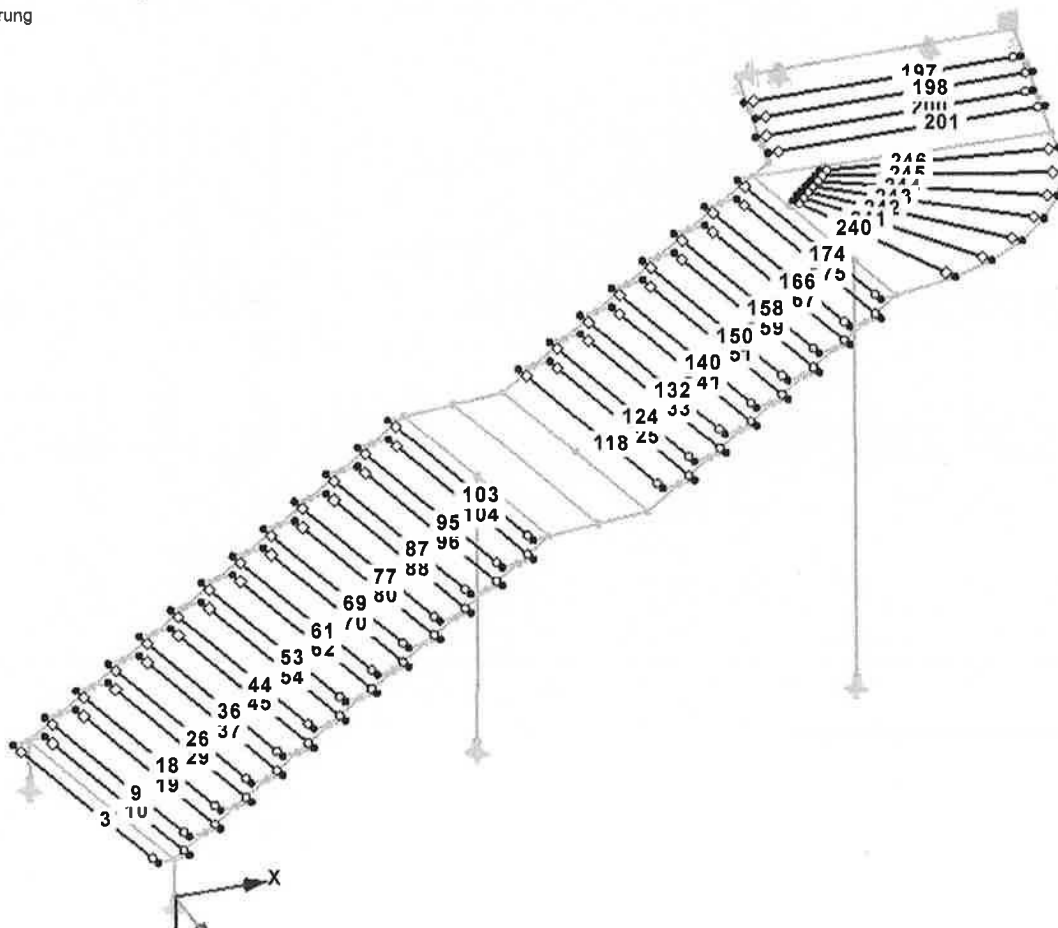
Stabnummerierung

Isometrie



Stabnummerierung

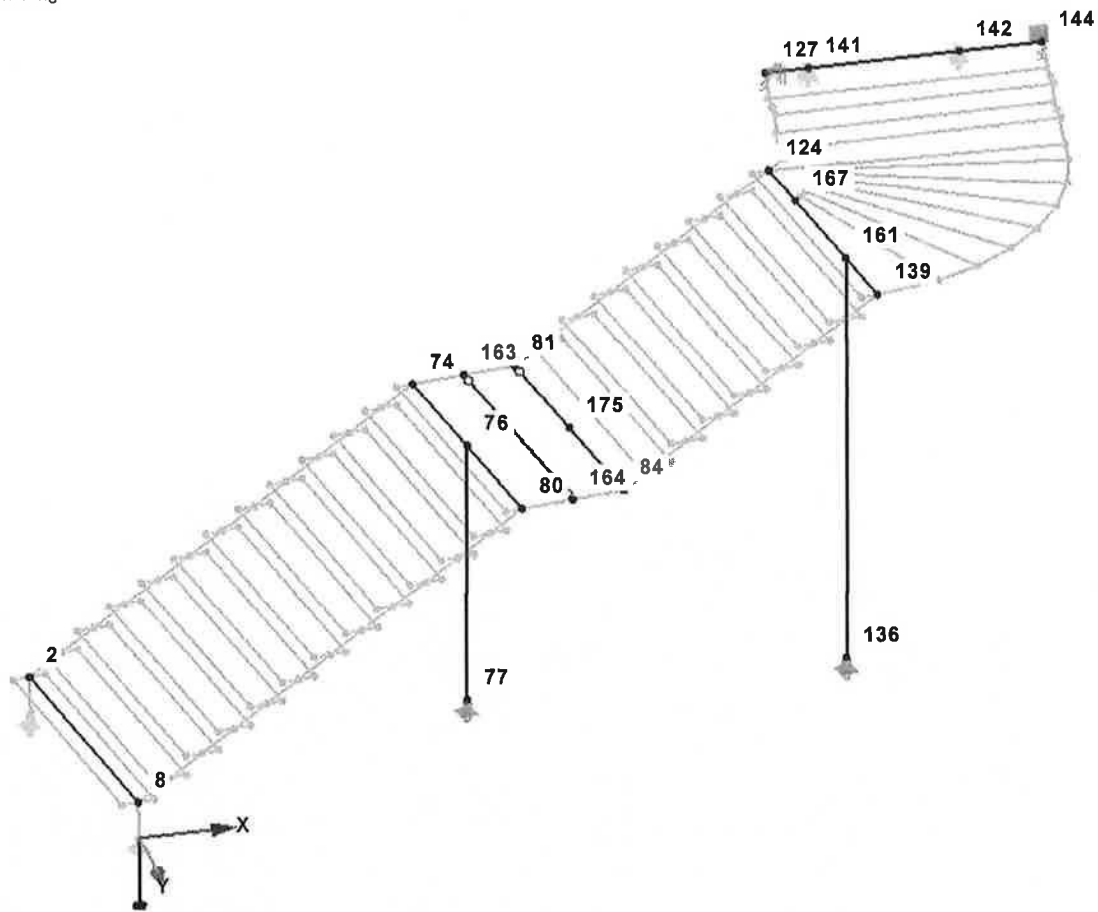
Isometrie



■ ZU 1 STATISCHES SYSTEM, STÜTZEN, QUERTRÄGER

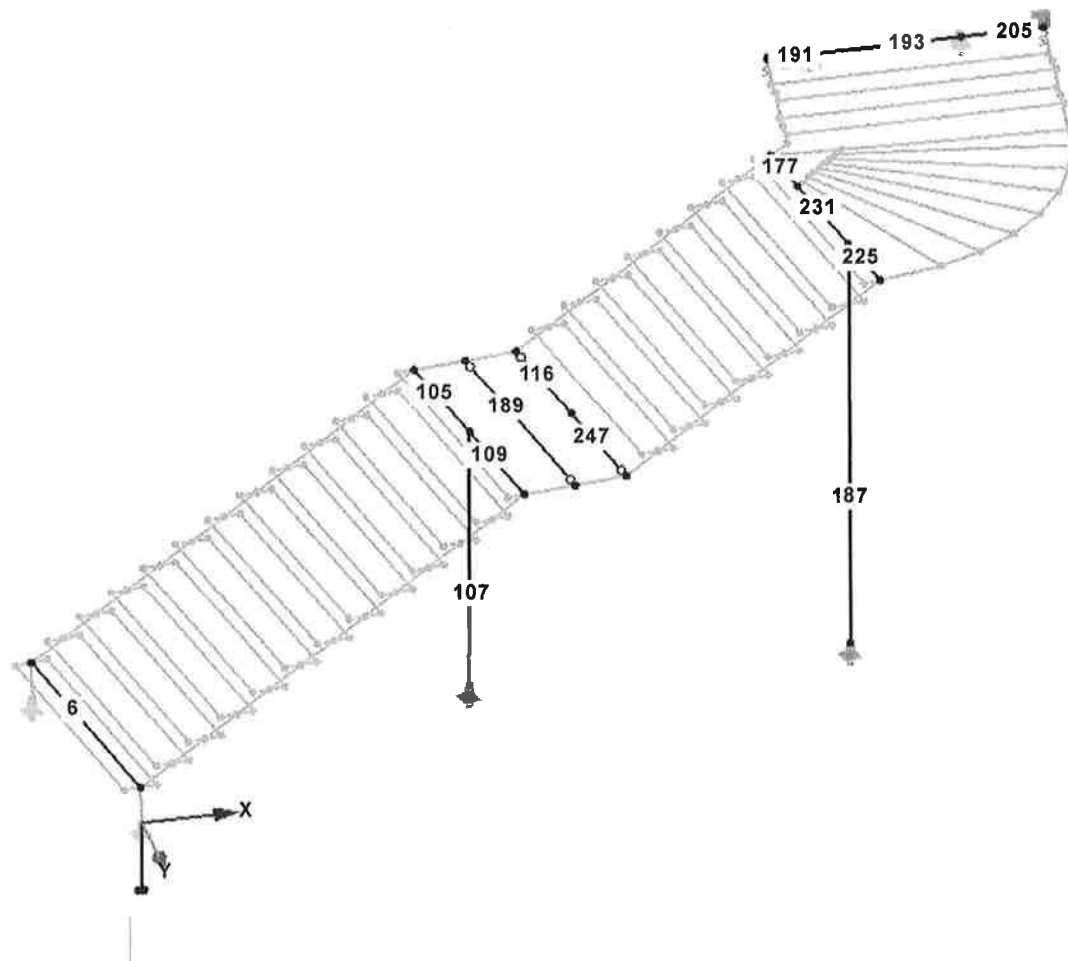
Knotennummerierung

Isometrie



Stabnummerierung

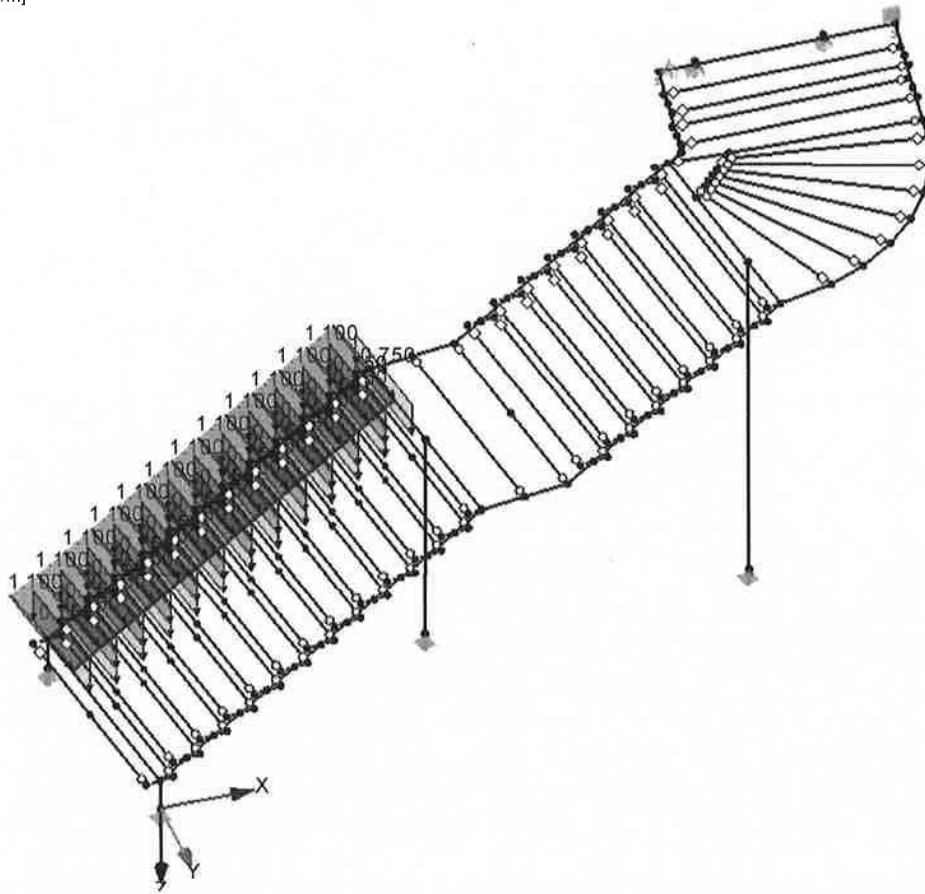
Isometrie



■ ZU 3 BELASTUNGSBILDER LF3, LF4

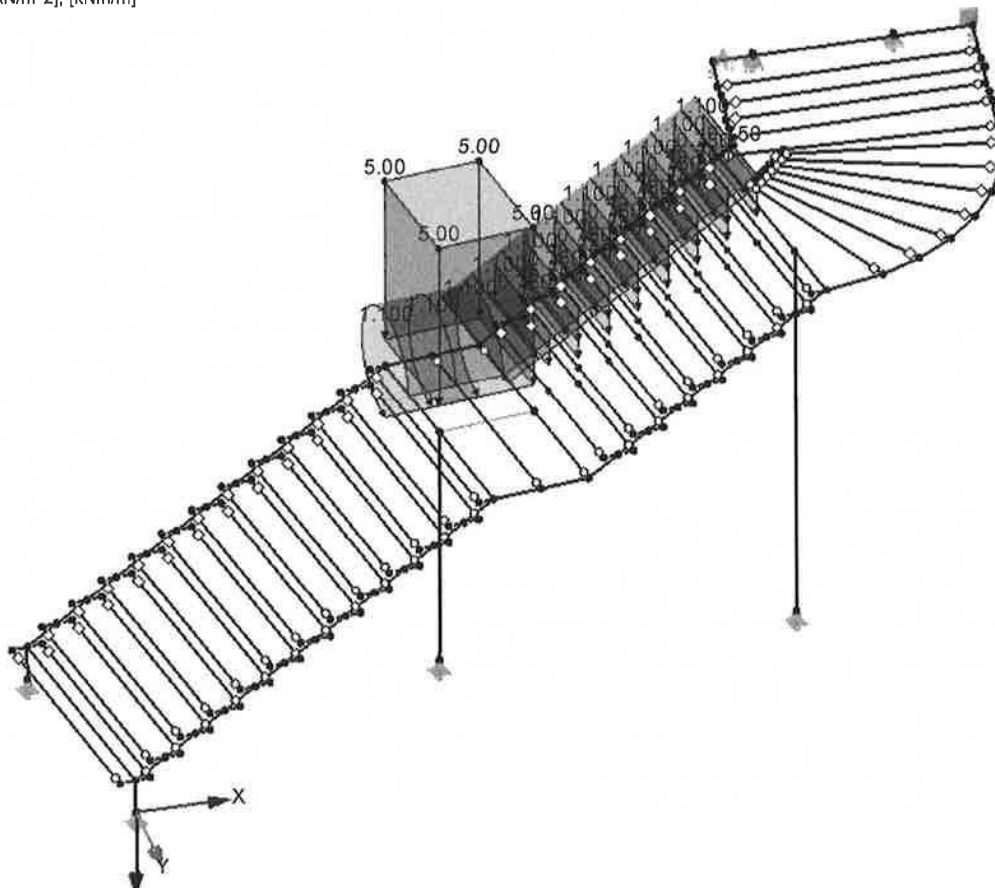
LF2 : Nutzlast 1
Belastung [kN/m], [kNm/m]

Isometrie



LF3 : Nutzlast 2
Belastung [kN/m], [kN/m²], [kNm/m]

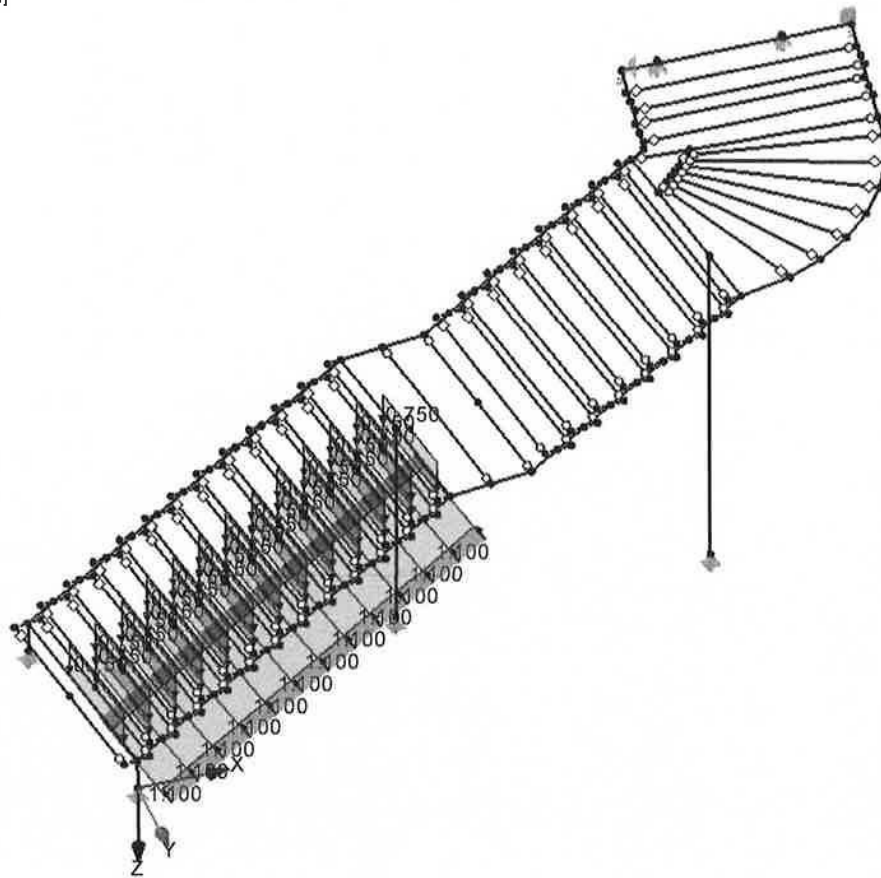
Isometrie



ZU 3 BELASTUNGSBILDER LF4, LF5

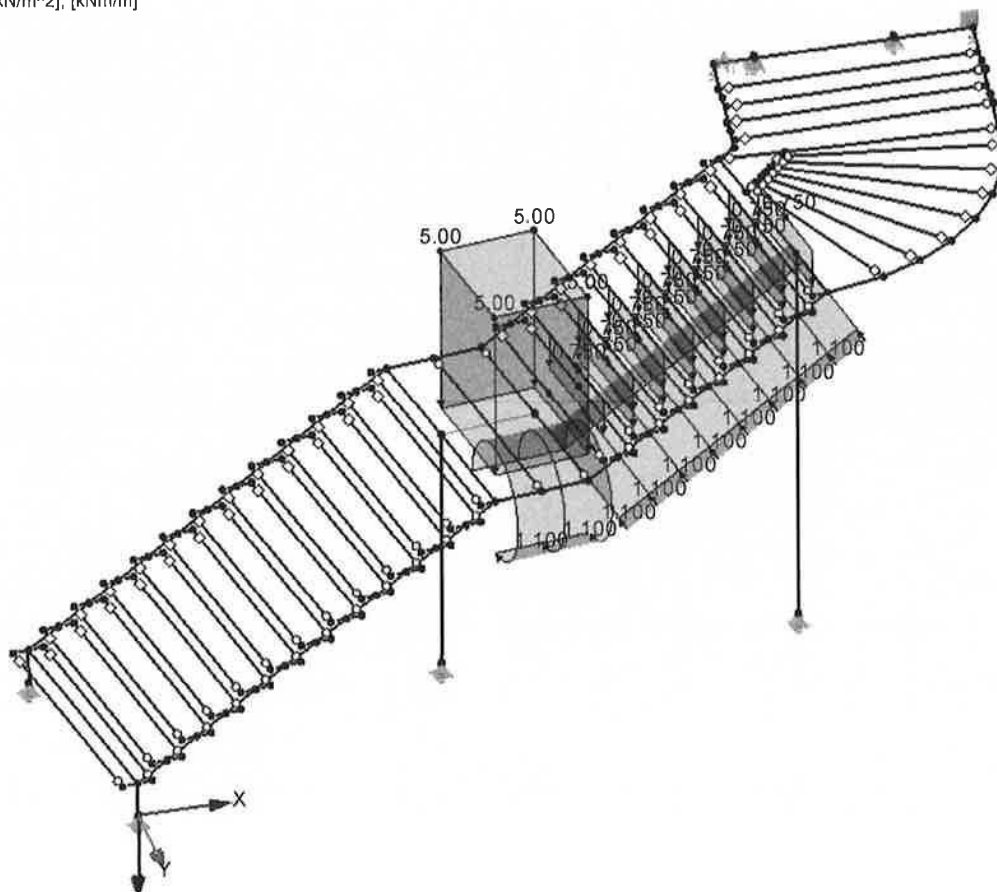
LF4 : Nutzlast 3
Belastung [kN/m], [kNm/m]

Isometrie



LF5 : Nutzlast 4
Belastung [kN/m], [kNm/m²], [kNm/m]

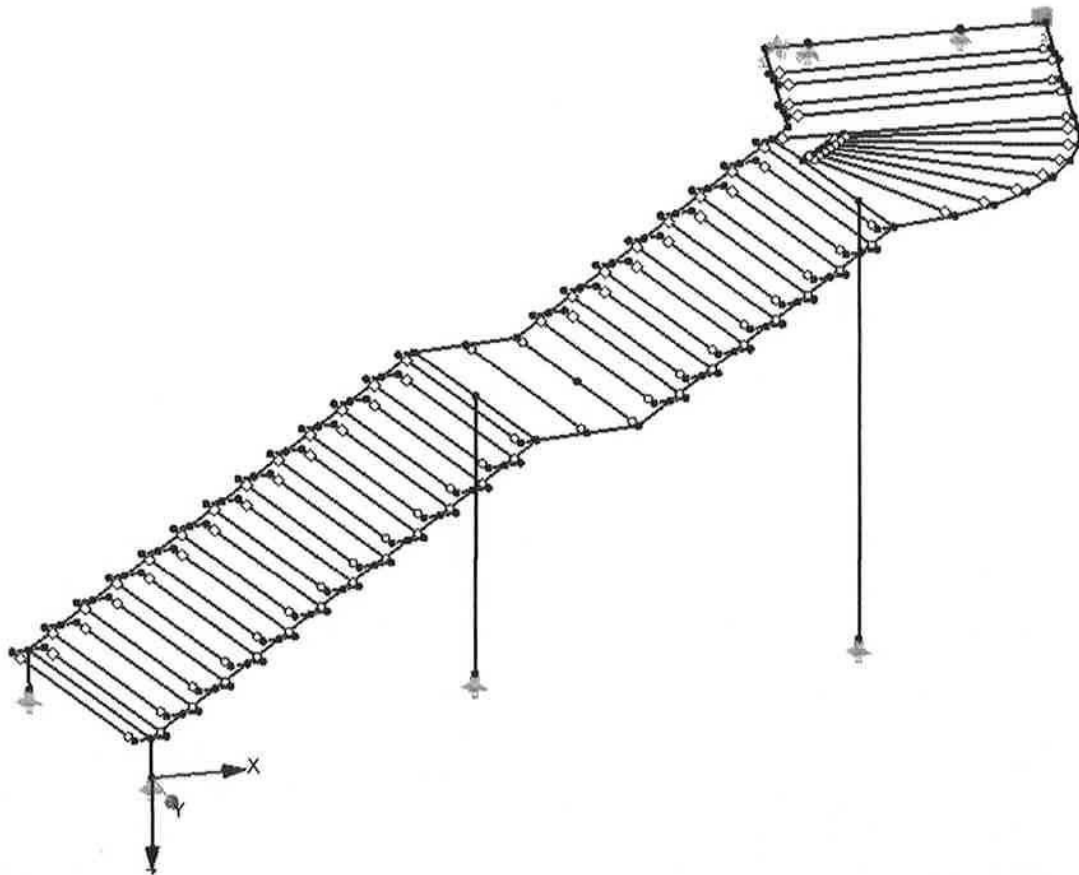
Isometrie



ZU 3 BELASTUNGSBILDER LF1

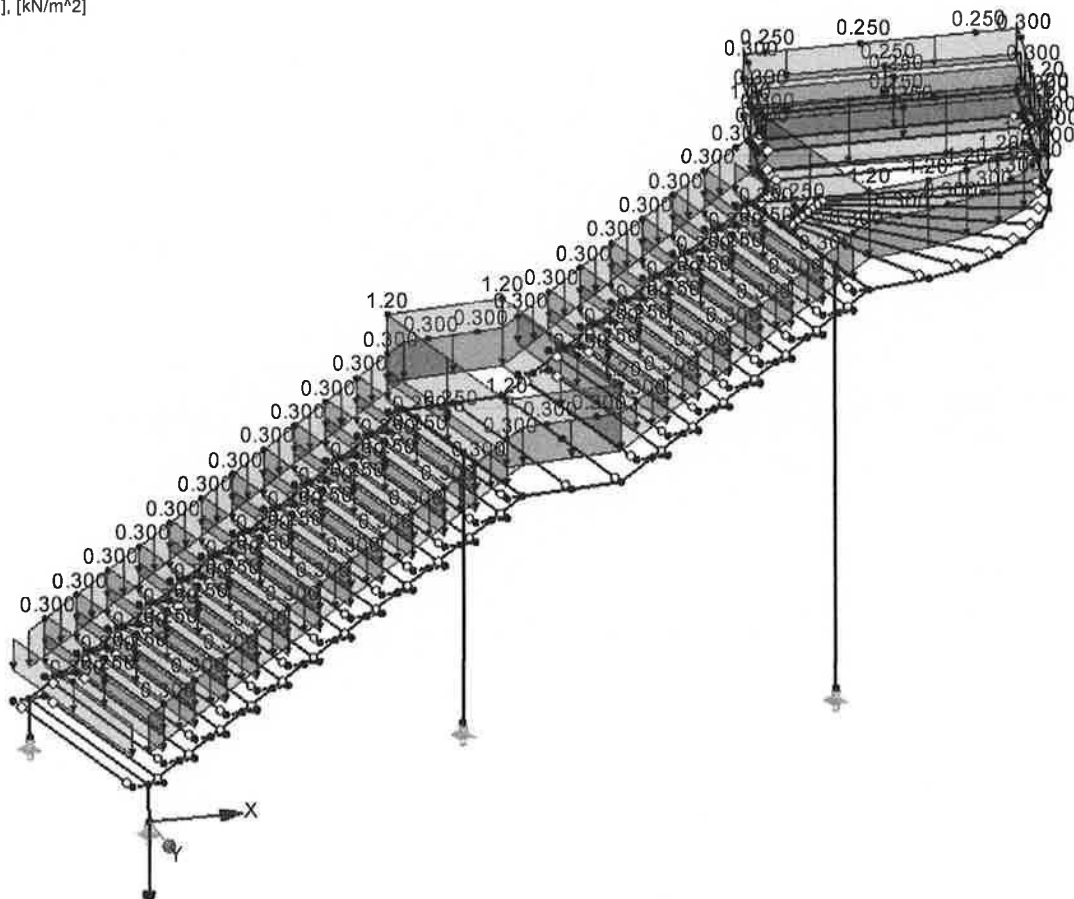
LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN/m], [kN/m^2]

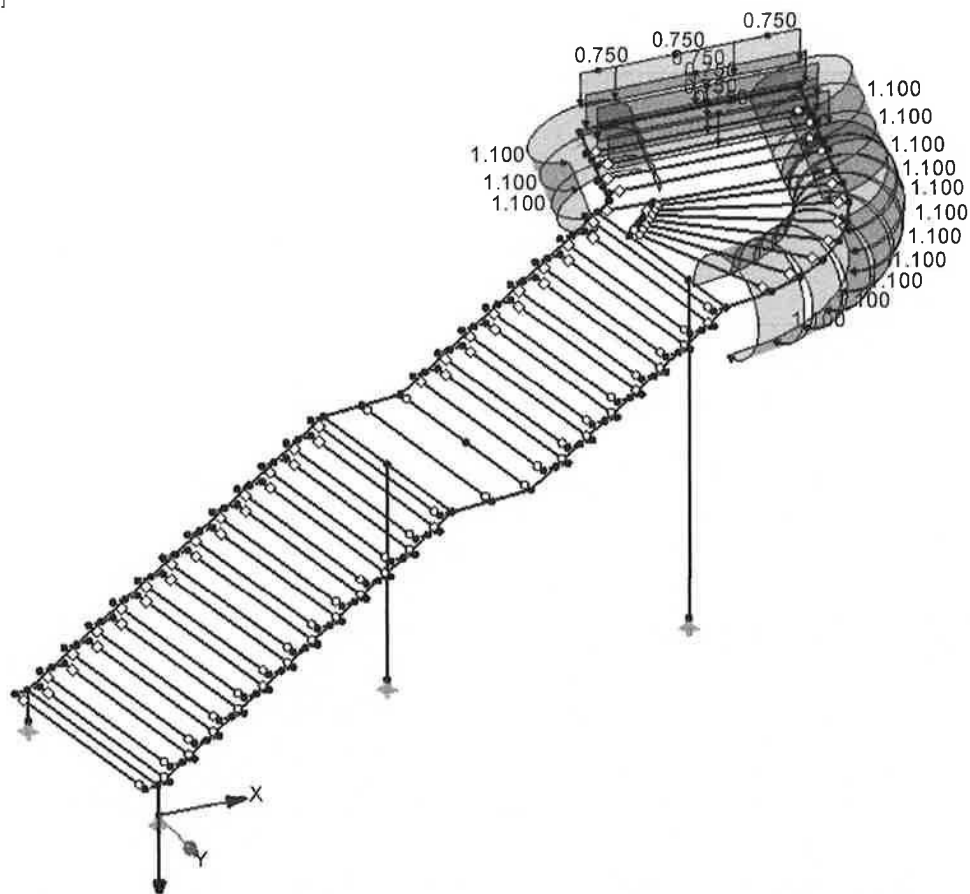
Isometrie



ZU 3 BELASTUNGSBILDER LF6

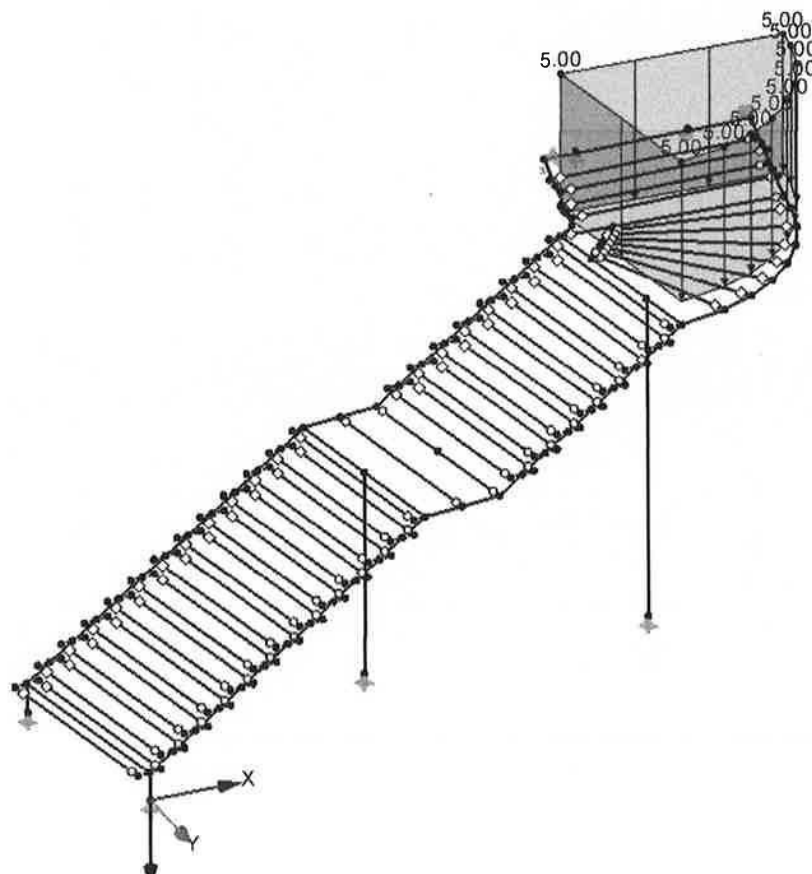
LF6 : Nutzlast 5
Belastung [kN/m], [kNm/m]

Isometrie



LF6 : Nutzlast 5
Belastung [kN/m²]

Isometrie



4 Lastfallkombinationen

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

ständige Einwirkungen	
bei P/T, $\gamma_G =$	1,35
bei A, $\gamma_{G-} =$	1,00
veränderliche Einwirkungen	
bei P/T, $\gamma_Q =$	1,50
bei A, $\gamma_{Q-} =$	1,00

- für Tragfähigkeitsnachweise

Kombinationen für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen

$$E_d = E(\sum \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

EK 1 Eig.+ Nutzlast

$$1,35 * \text{Eig.} + 1,5 * Q. \quad \Rightarrow \quad 1,35 * \text{LF1} + 1,5 * \text{LF2} + 1,5 * \text{LF3} + 1,5 * \text{LF4} + 1,5 * \text{LF5} + 1,5 * \text{LF6}$$

- für Gebrauchstauglichkeitsnachweise

$$E_d = E(\sum G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

EK 2 Eig.+Nutzlast

$$1,0 * \text{Eig.} + 1,0 * Q \quad \Rightarrow \quad 1,0 * \text{LF1} + 1,0 * \text{LF2} + 1,0 * \text{LF3} + 1,0 * \text{LF4} + 1,0 * \text{LF5} + 1,0 * \text{LF6}$$

5 Elektronische Berechnung

Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise werden durch das Programmsystem RSTAB, Programmteile STAHL EC3 durchgeführt.

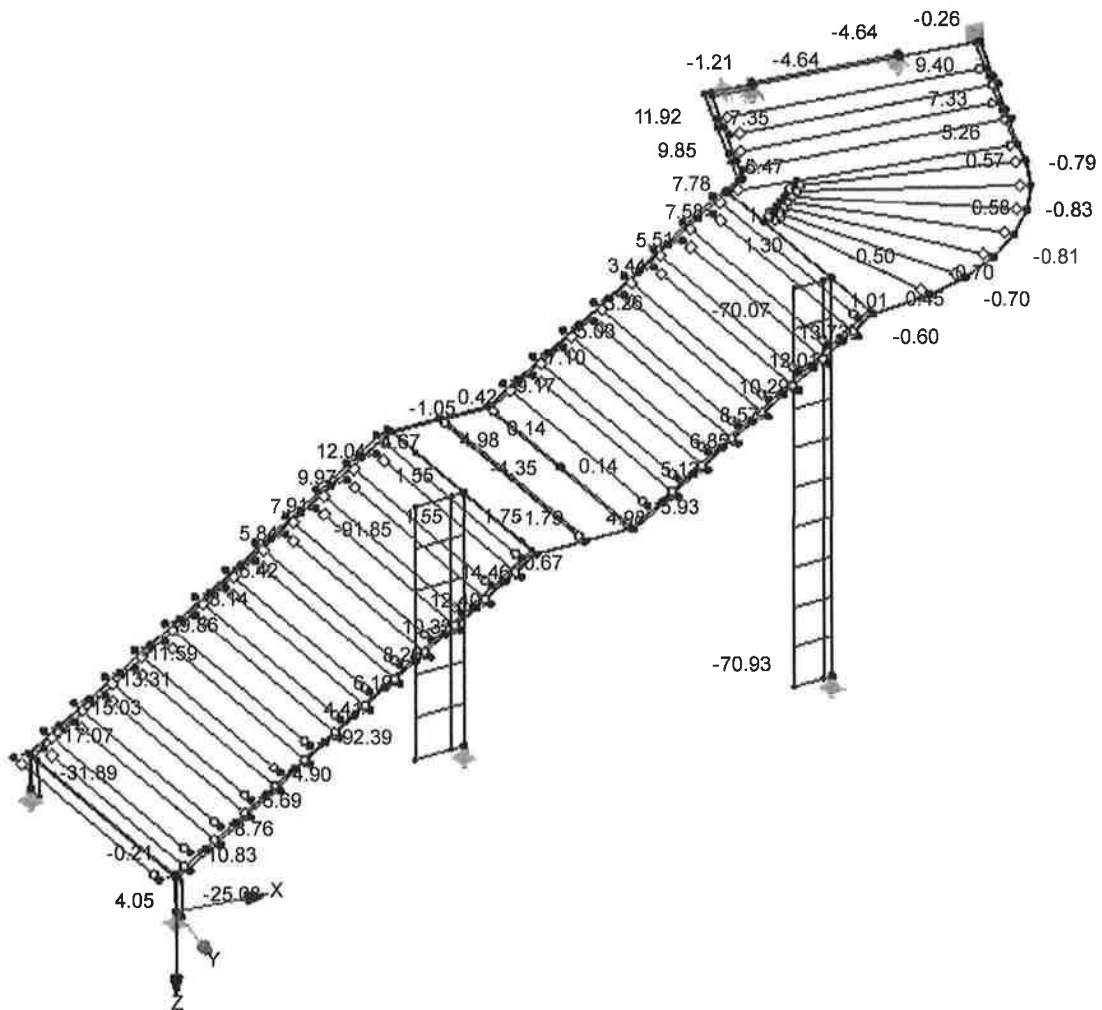
Die Nachweise für verschwächte Querschnitte, Anschlüsse werden extra geführt.

siehe auch Anlage H1

■ ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

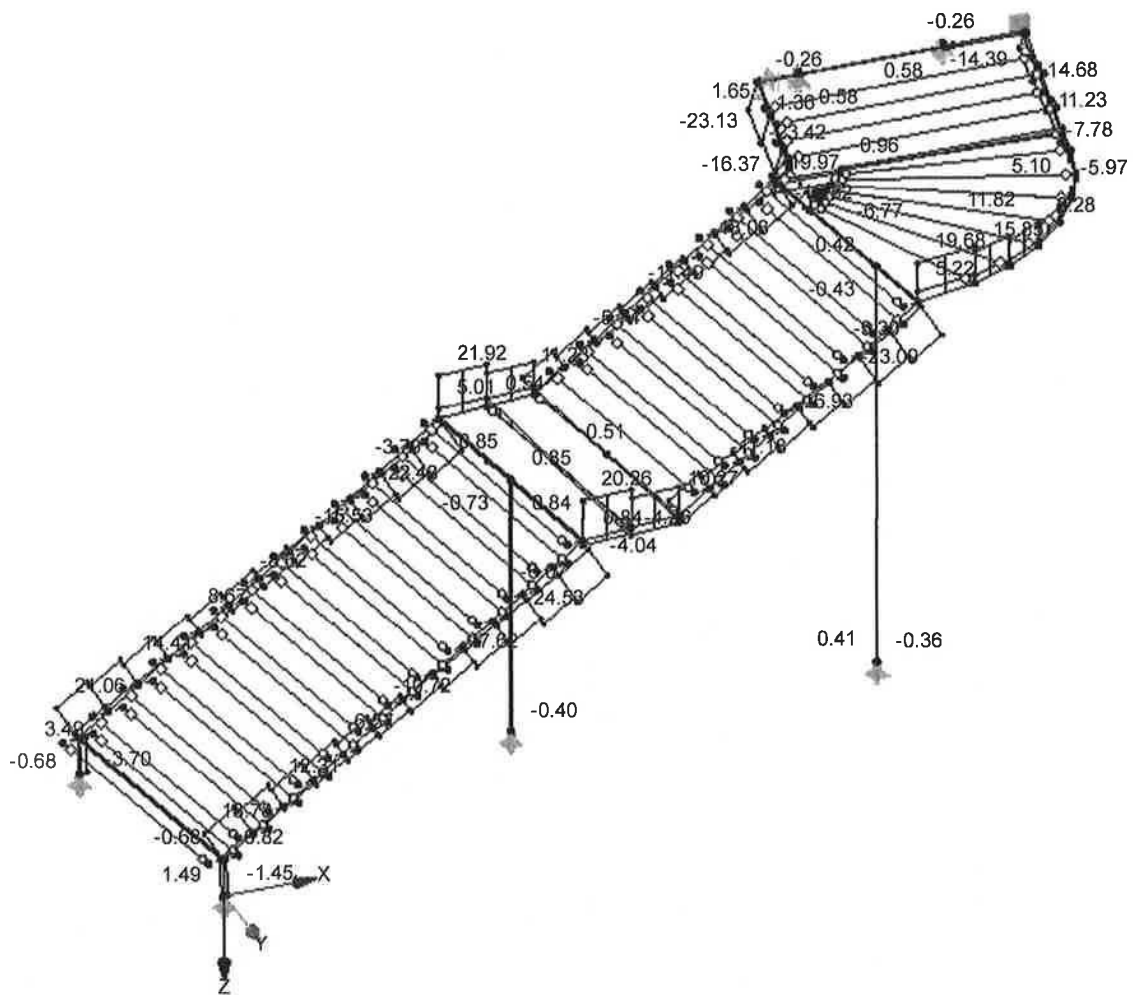


Max N: 14.46, Min N: -92.39 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

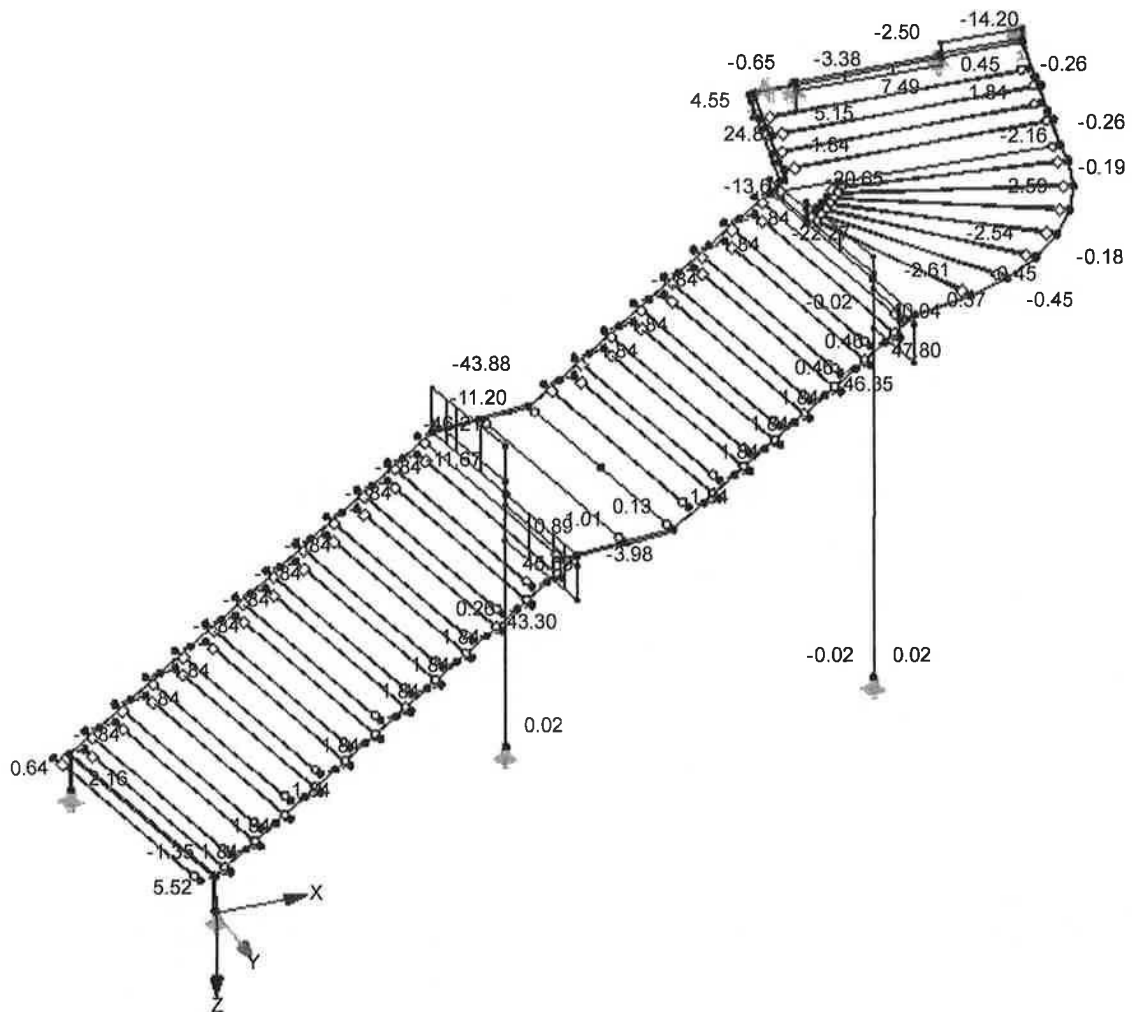


Max V-y: 21.92, Min V-y: -24.53 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

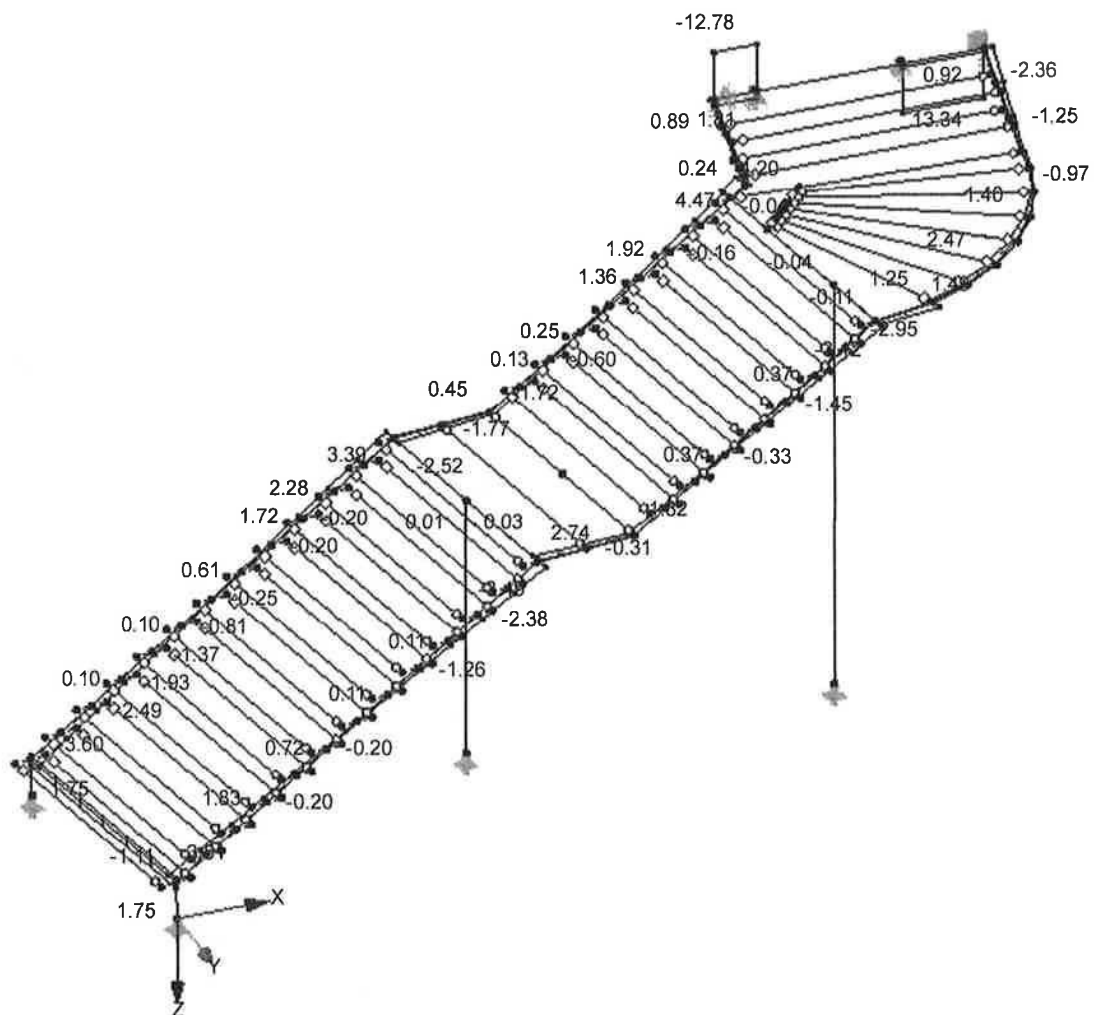


Max V-z: 47.80, Min V-z: -46.21 [kN]

■ ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

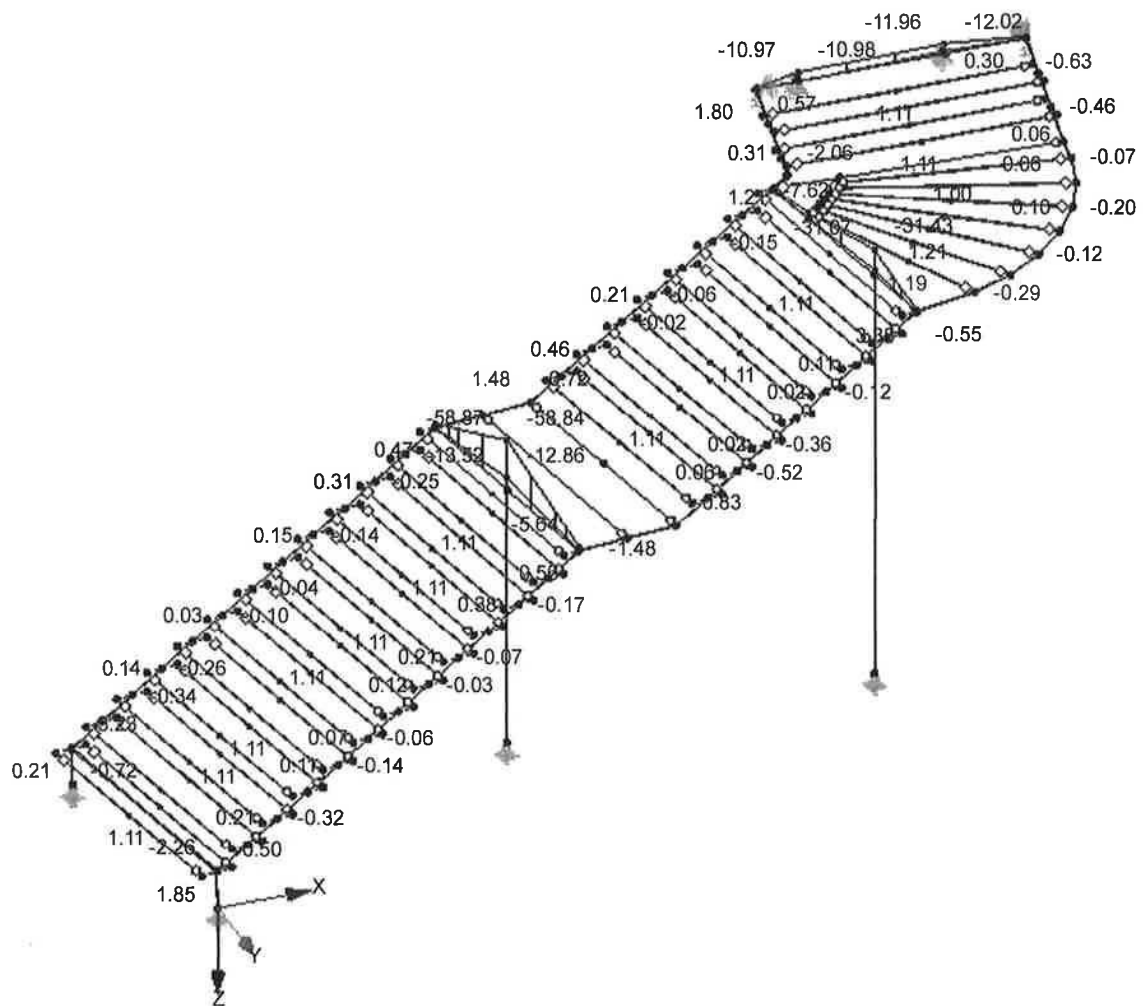


Max M-T: 13.34, Min M-T: -12.78 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

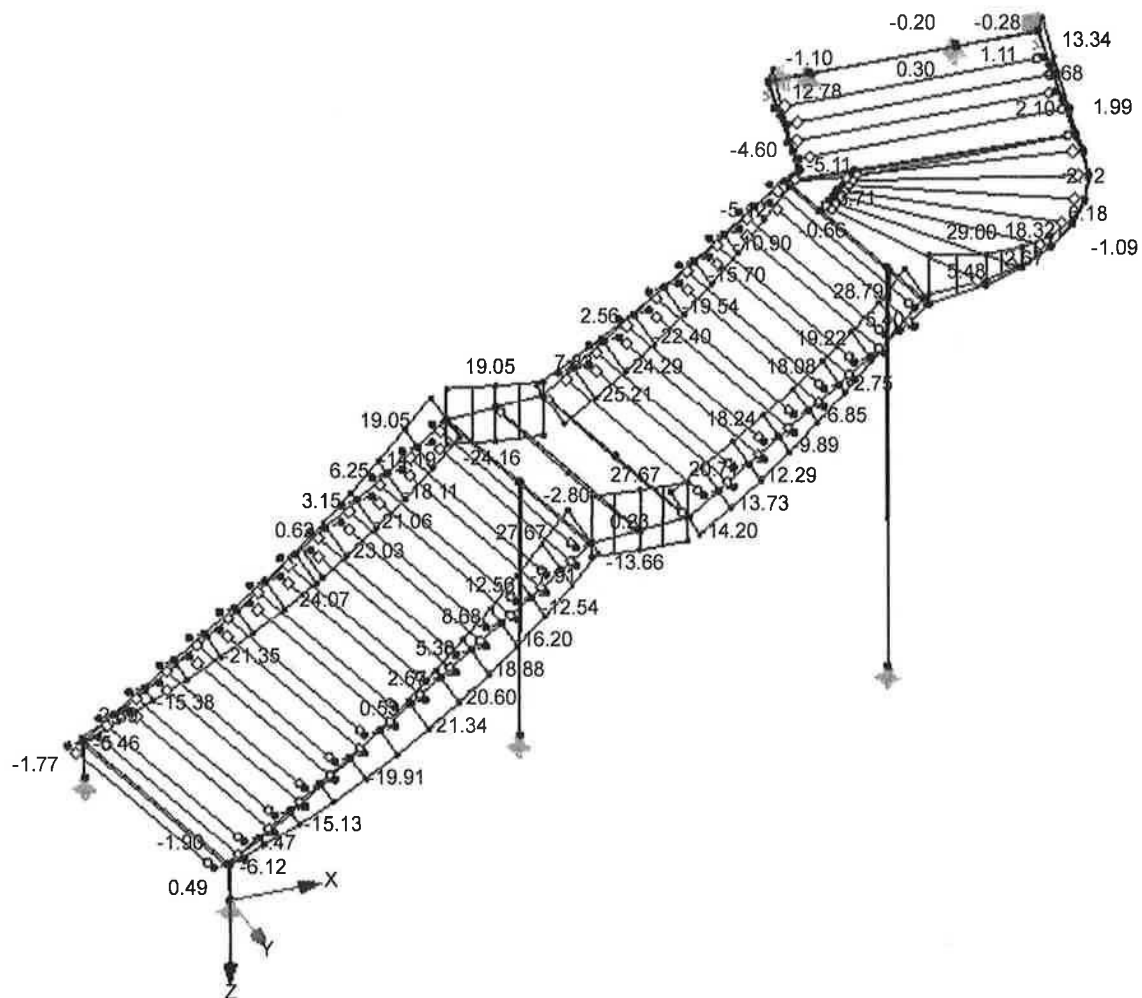


Max M-y: 3.38, Min M-y: -58.87 [kNm]

■ ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



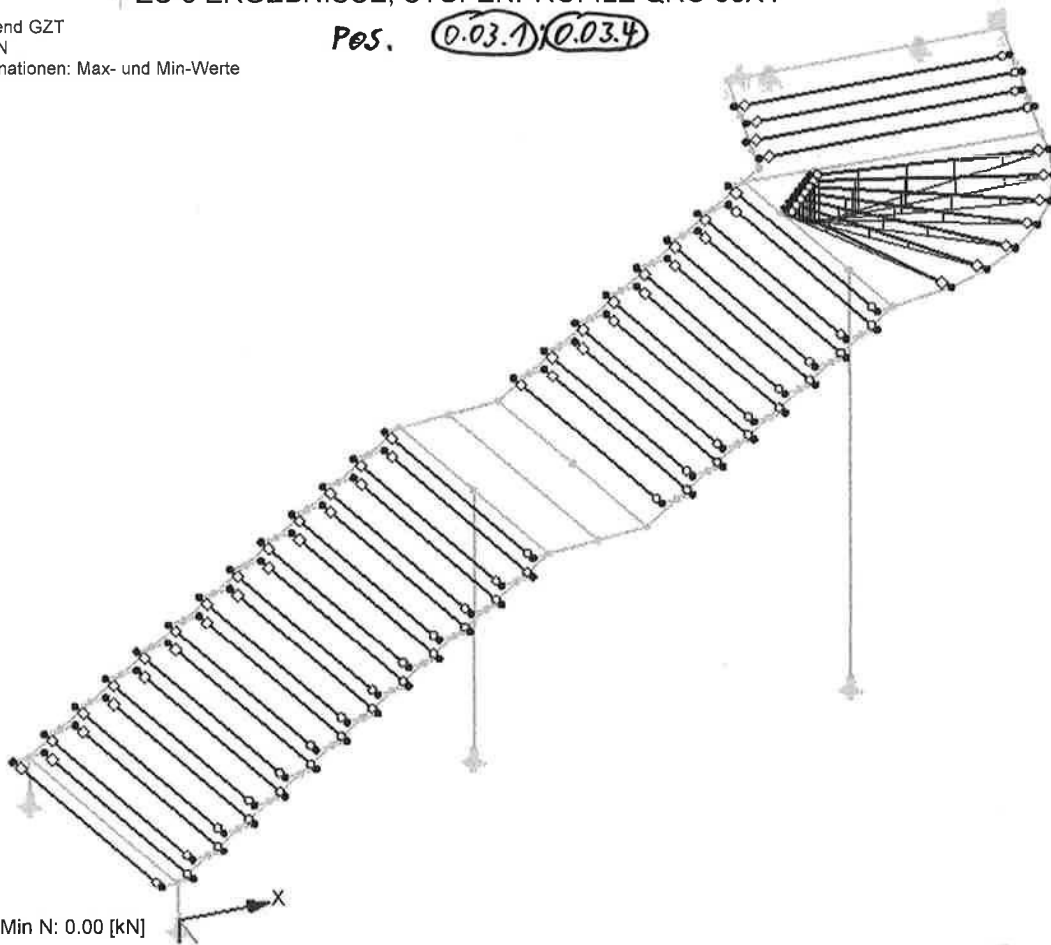
Max M-z: 29.00, Min M-z: -25.21 [kNm]

■ ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE QRO 50X4

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

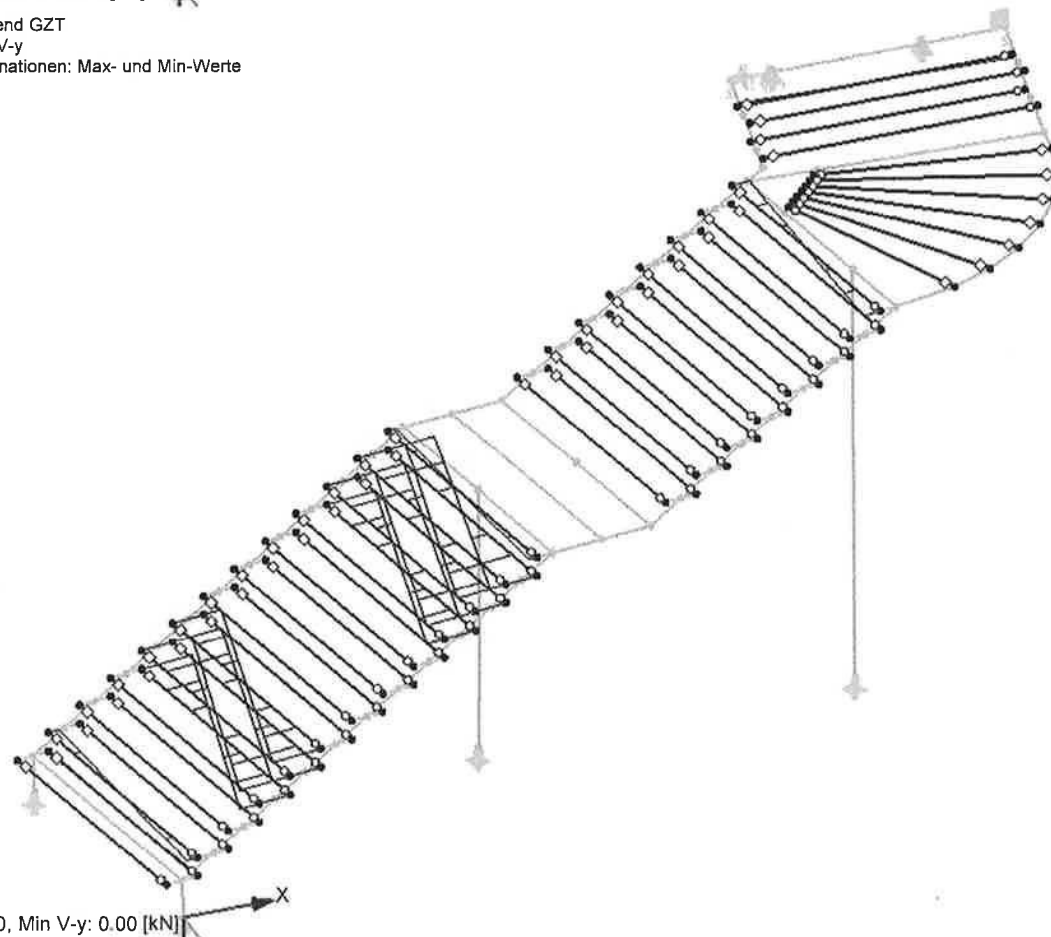
Pos. 0.03.1 0.03.4

Isometrie



EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

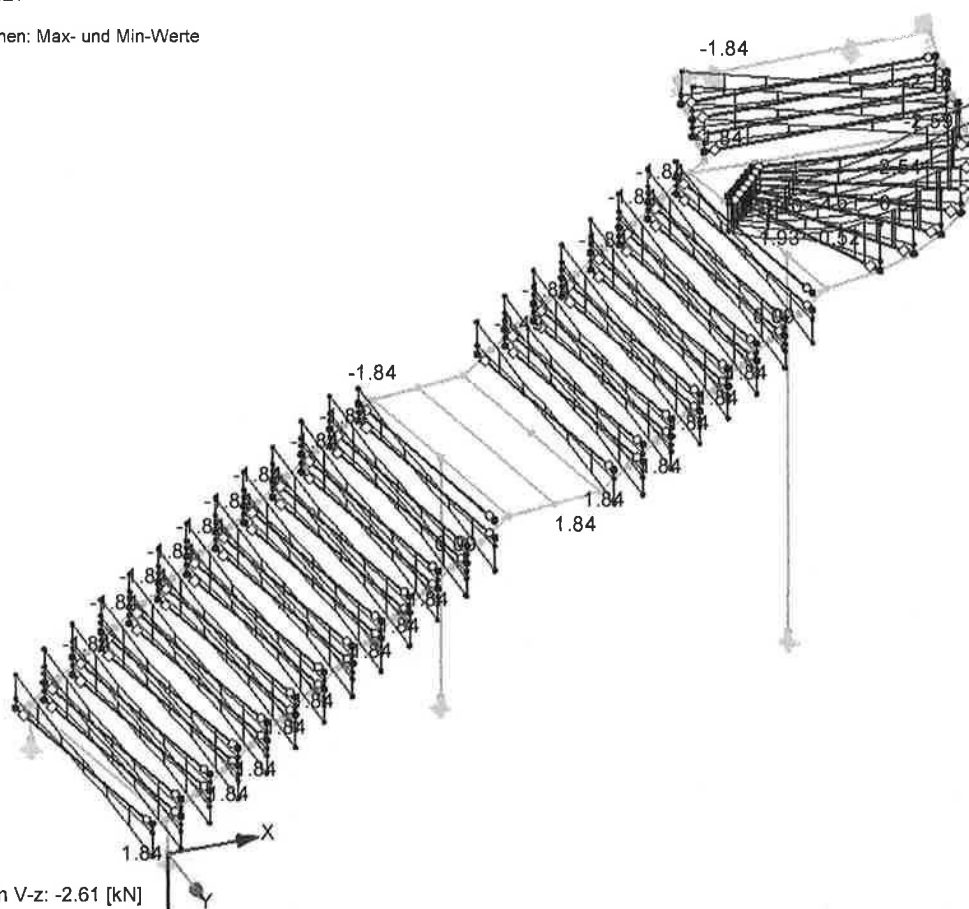
Isometrie



■ ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE QRO 50X4

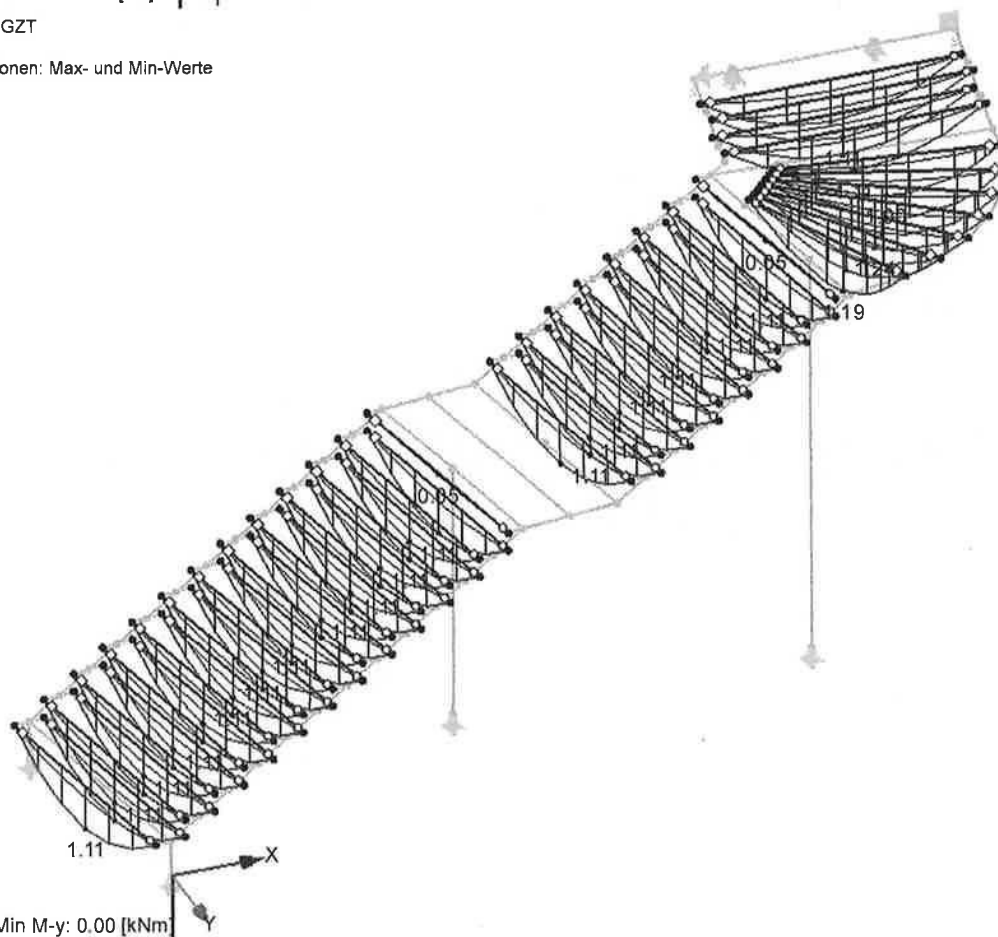
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

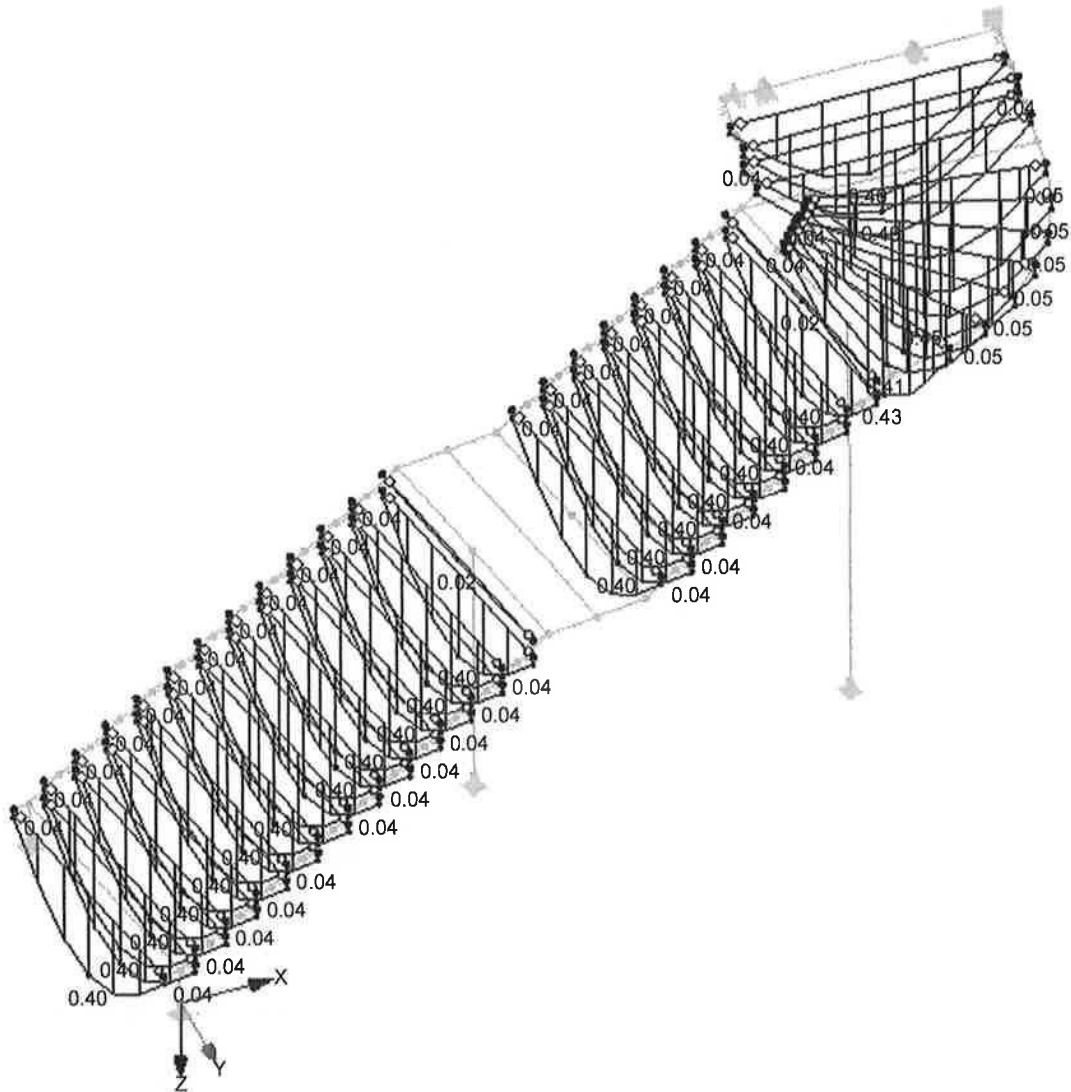


■ ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE QRO 50X4

STAHL EC3 FA1

Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

Isometrie



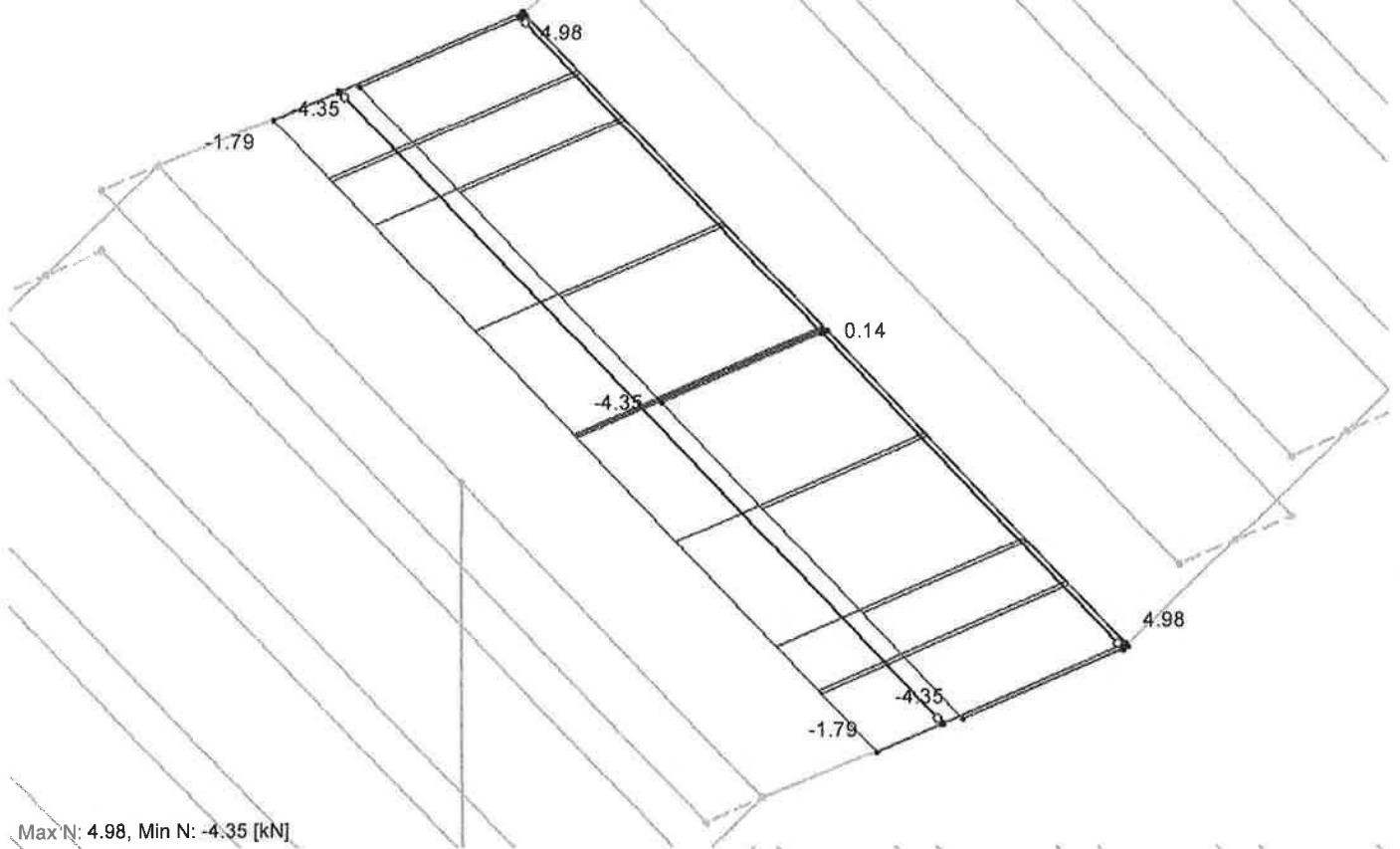
Max Nachweis: 0.45

■ ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE RRO 100X50X4

Pos. 0.032

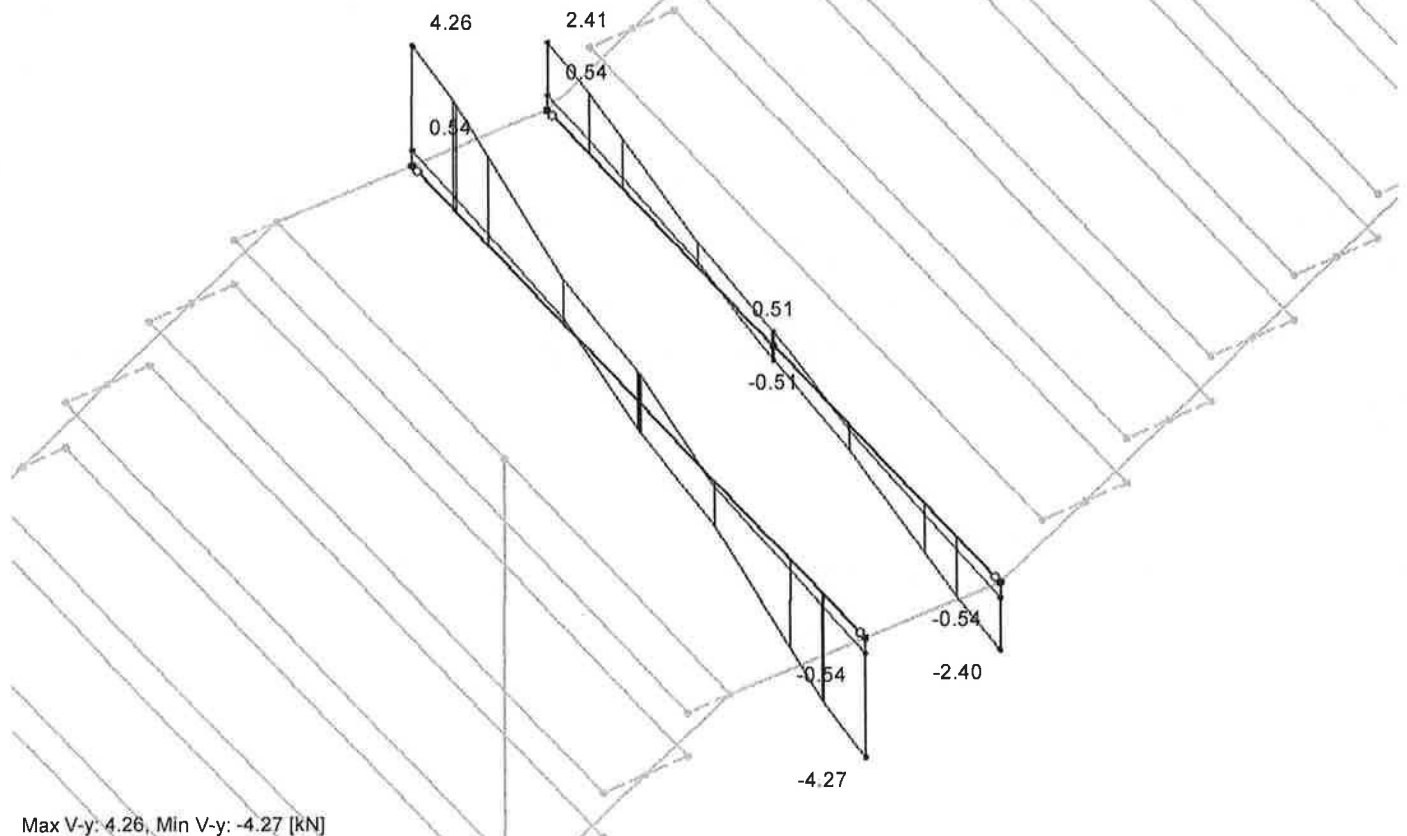
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



■ ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE RRO 100X50X4

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

Max V-z: 0.00, Min V-z: 0.00 [kN]

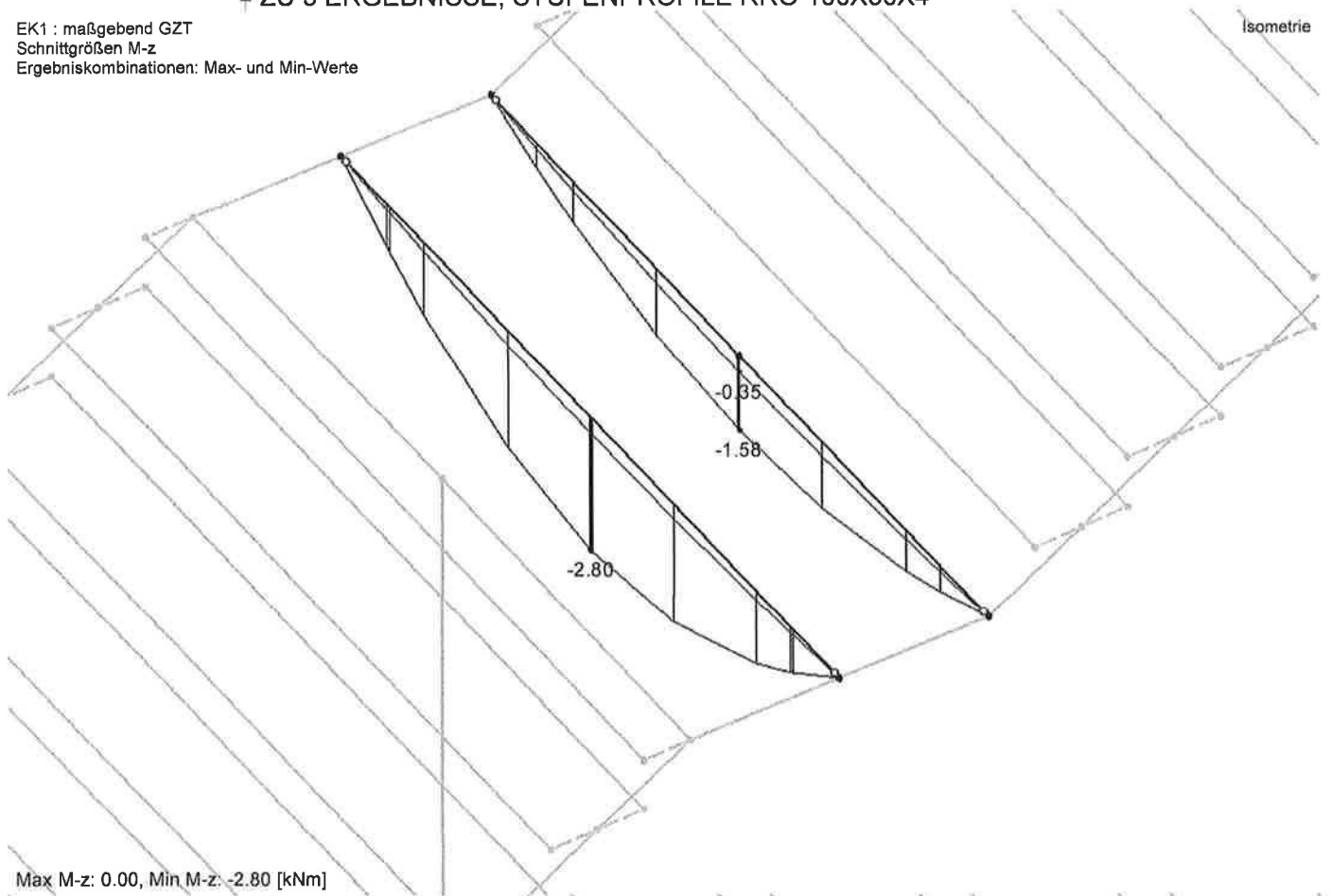
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

Max M-y: 0.00, Min M-y: 0.00 [kNm]

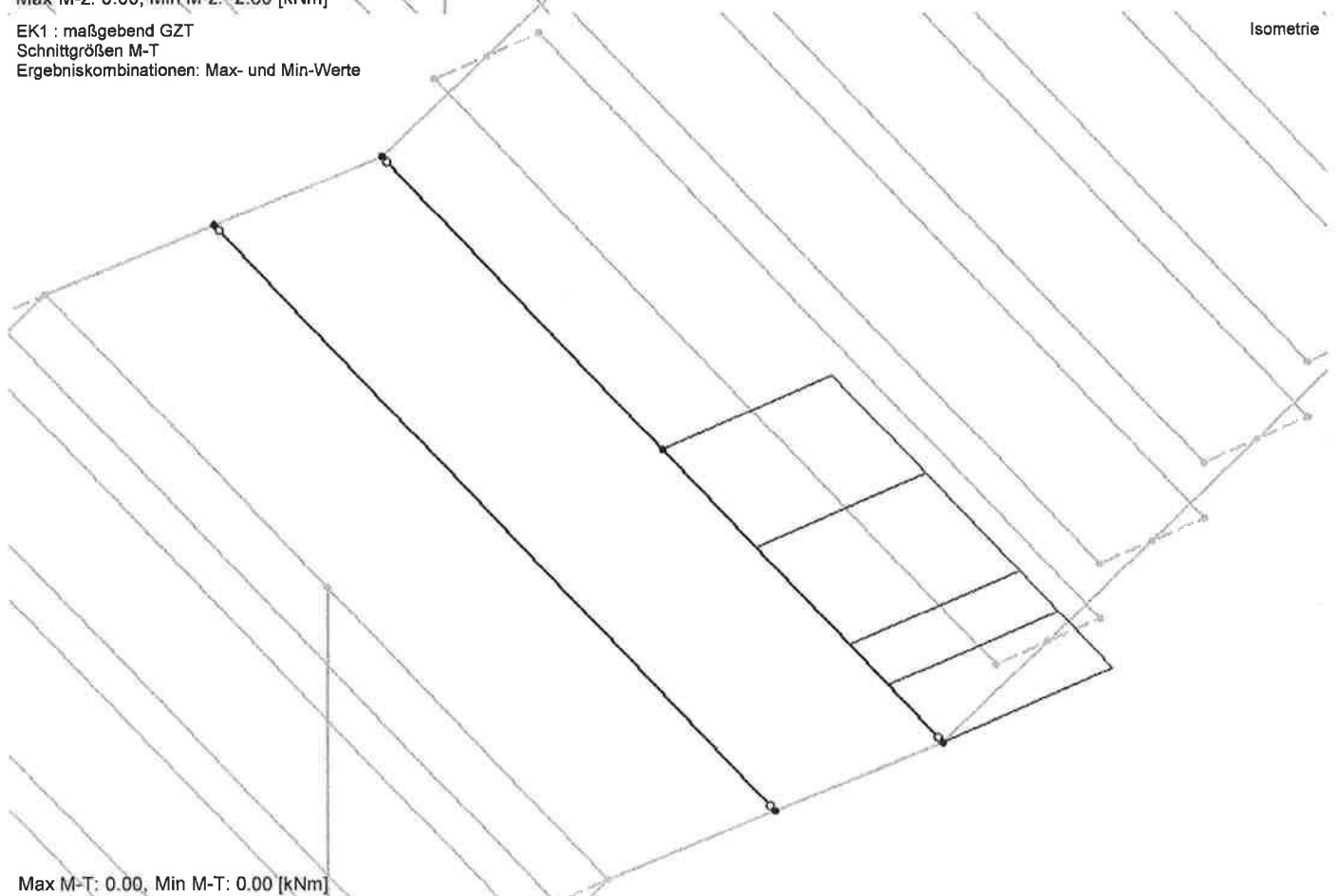
■ ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE RRO 100X50X4

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max M-z: 0.00, Min M-z: -2.80 [kNm]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

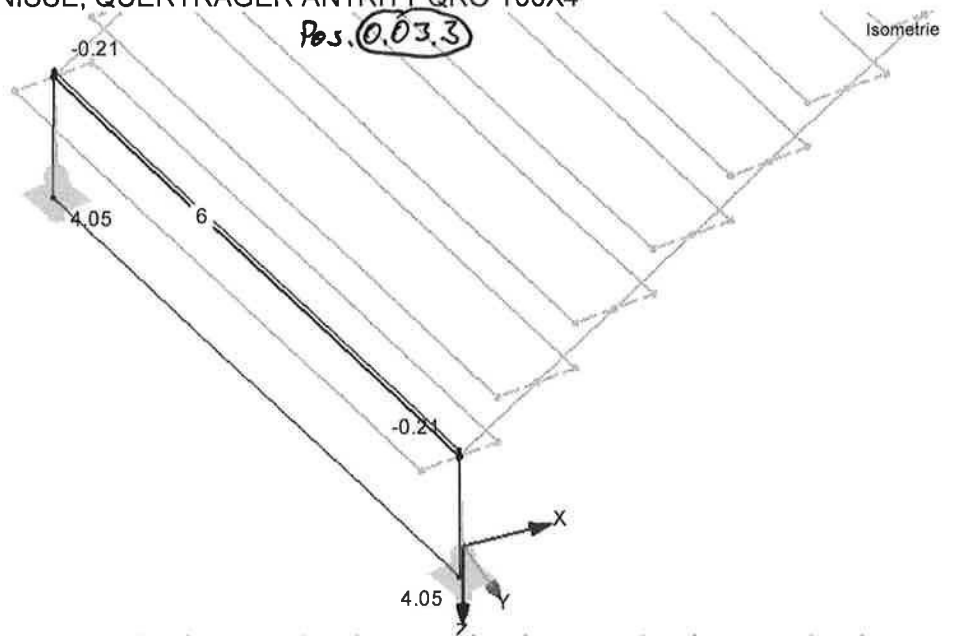


Max M-T: 0.00, Min M-T: 0.00 [kNm]

■ ZU 5 ERGEBNISSE, QUERTRÄGER ANTRITT QRO 100X4

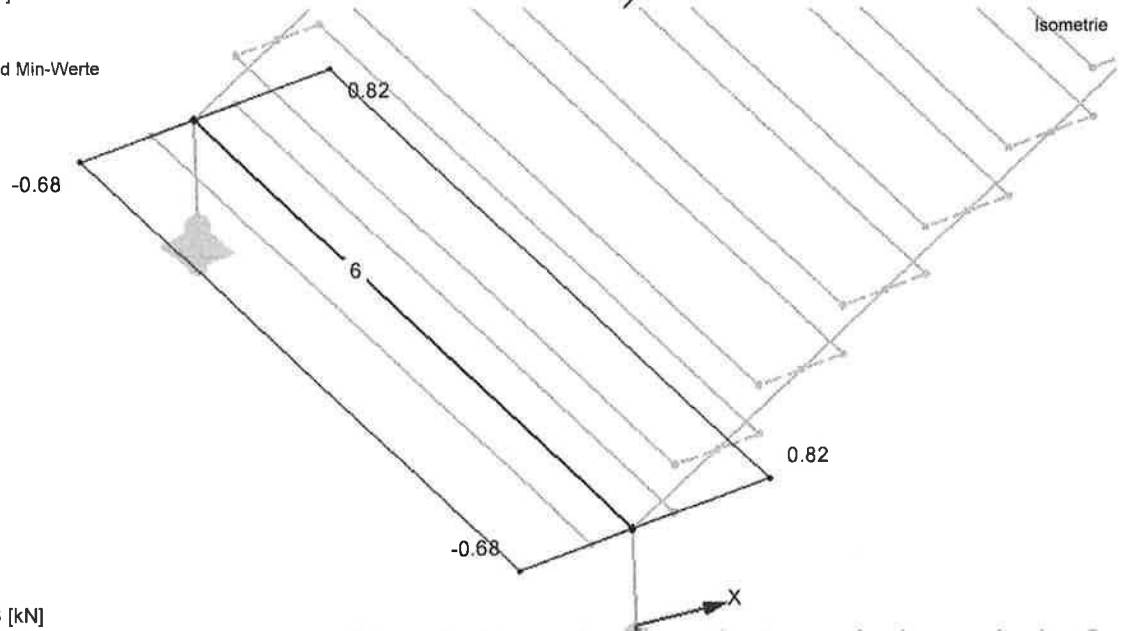
Pos. 0.03.3

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



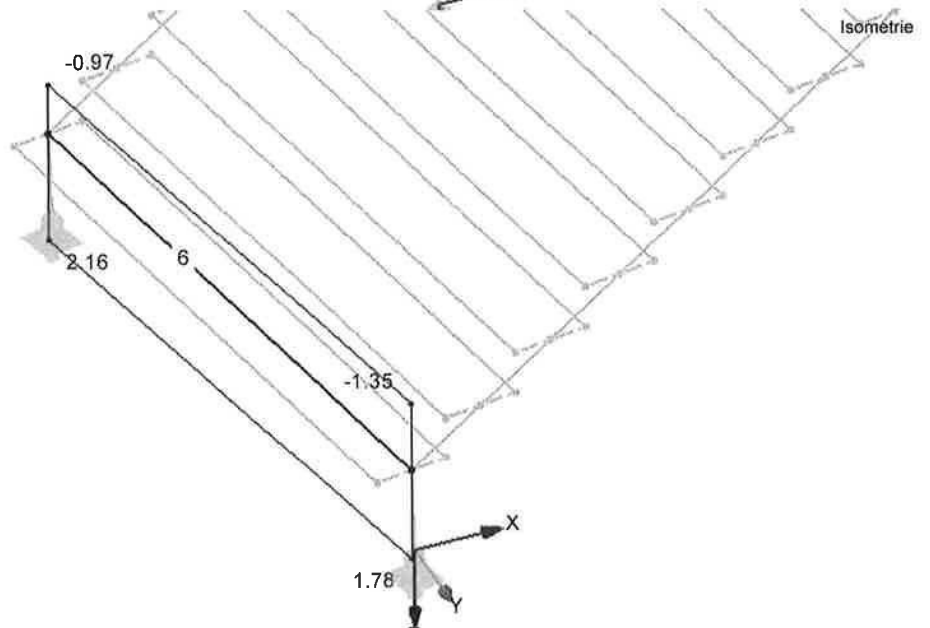
Max N: 4.05, Min N: -0.21 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max V-y: 0.82, Min V-y: -0.68 [kN]

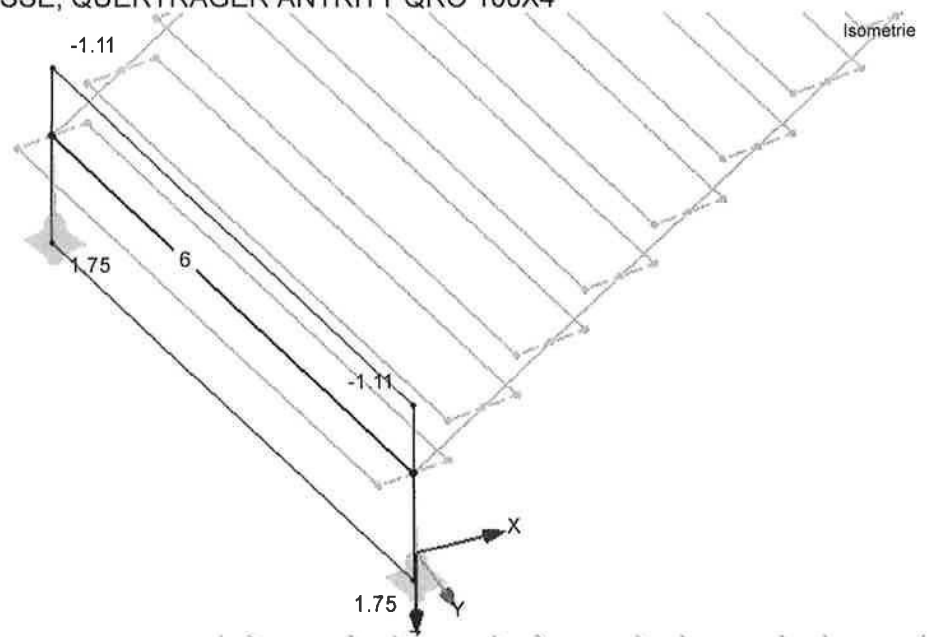
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max V-z: 2.16, Min V-z: -1.35 [kN]

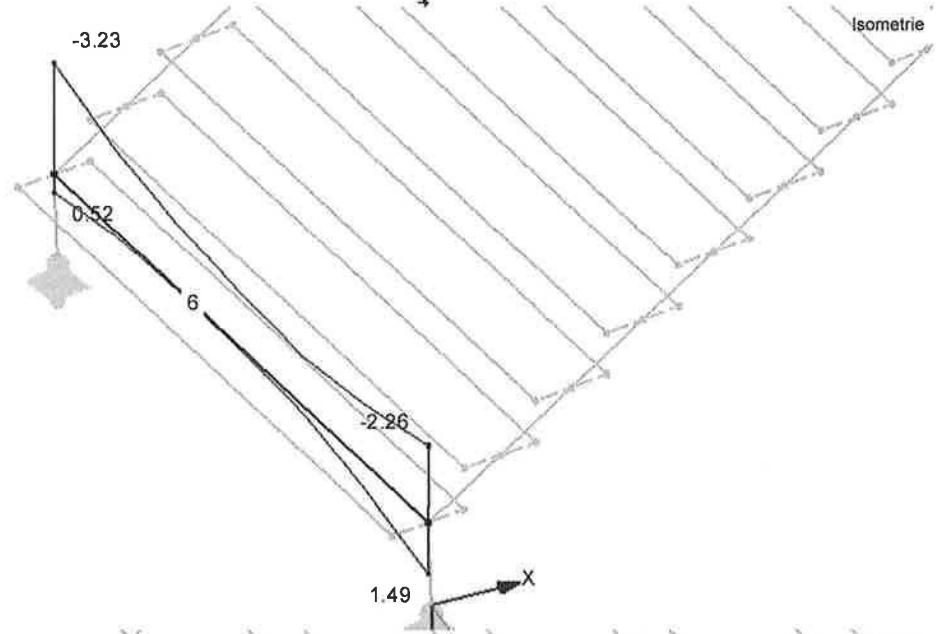
■ ZU 5 ERGEBNISSE, QUERTRÄGER ANTRITT QRO 100X4

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



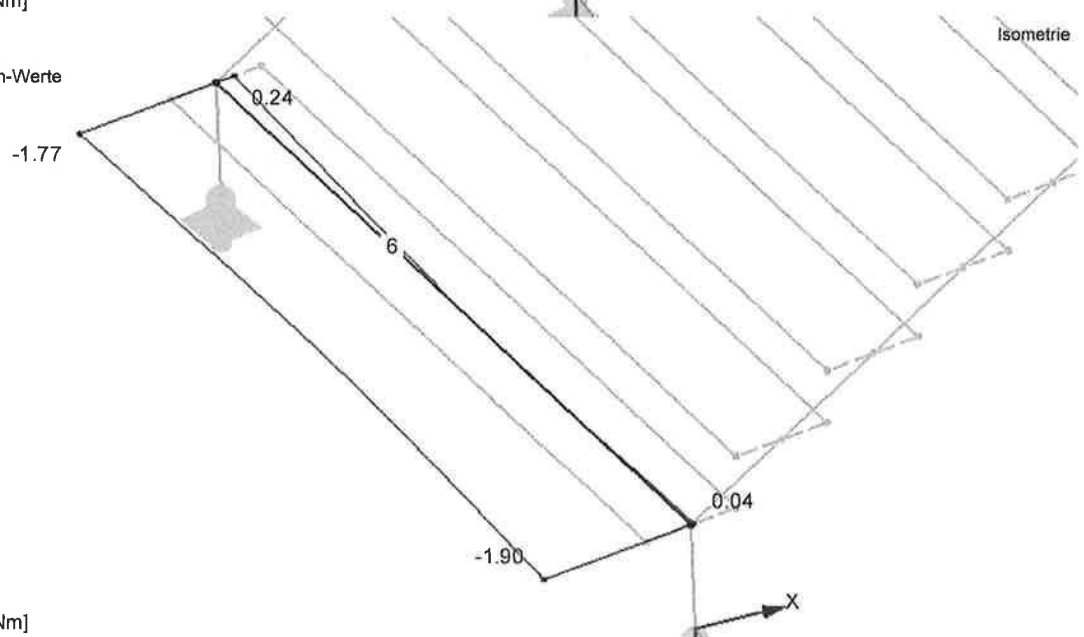
Max M-T: 1.75, Min M-T: -1.11 [kNm]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max M-y: 1.49, Min M-y: -3.23 [kNm]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

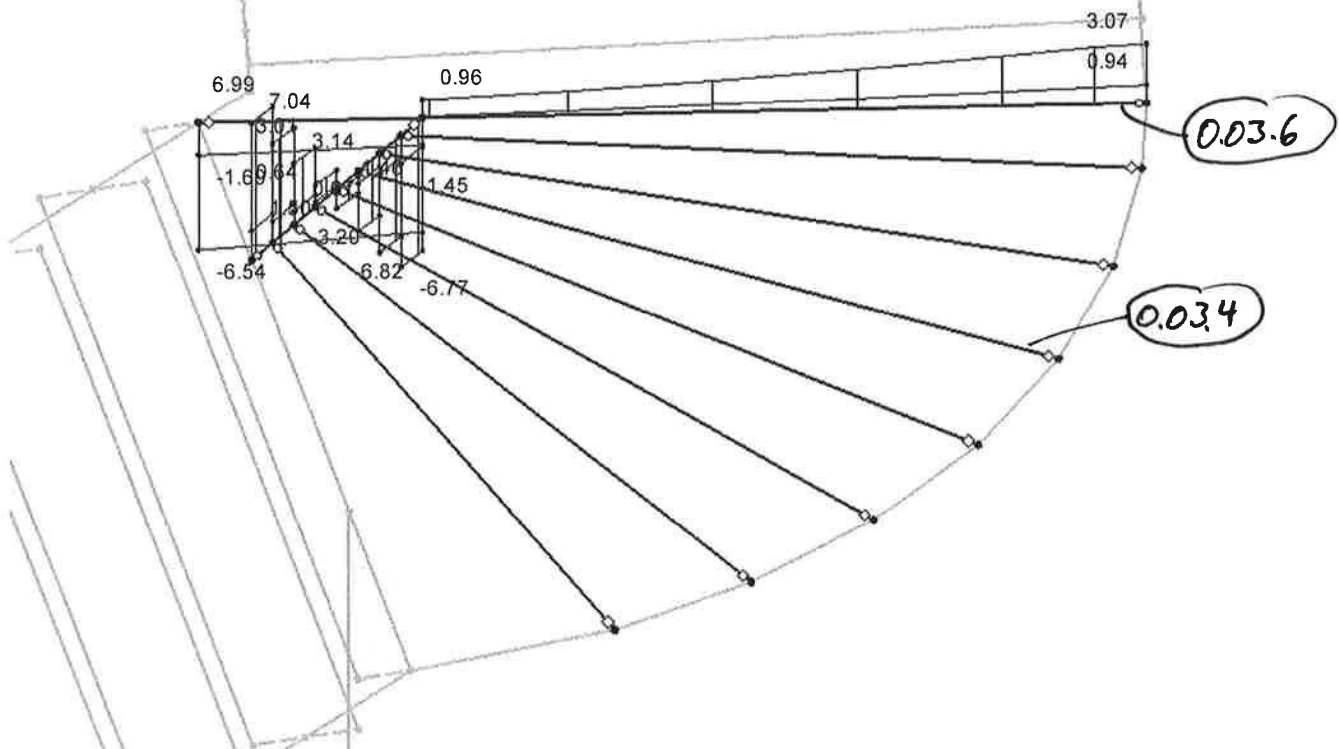


Max M-z: 0.24, Min M-z: -1.90 [kNm]

■ ZU 5 ERGEBNISSE, OBERE PODESTTRÄGER, Pos 0.03.4, 0.03.5, 0.03.6

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

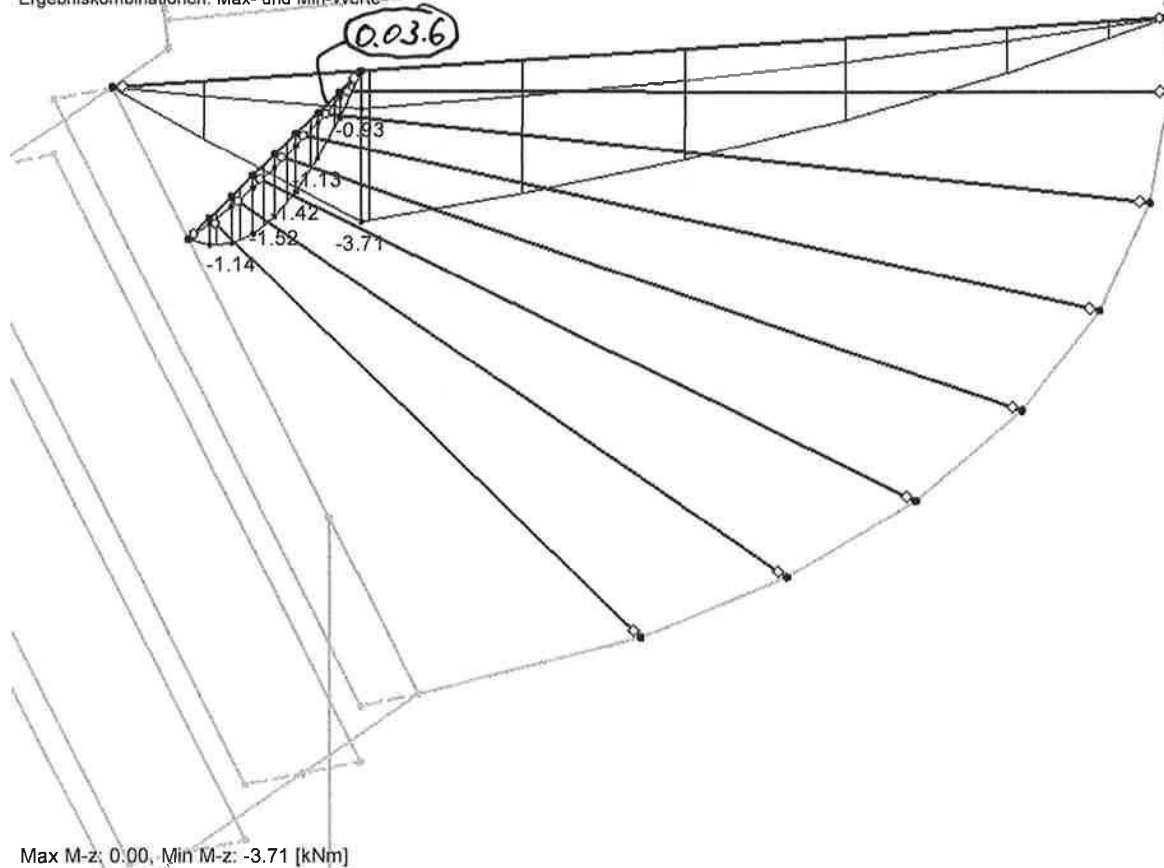
Isometrie



Max V-y: 7.04, Min V-y: -6.82 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

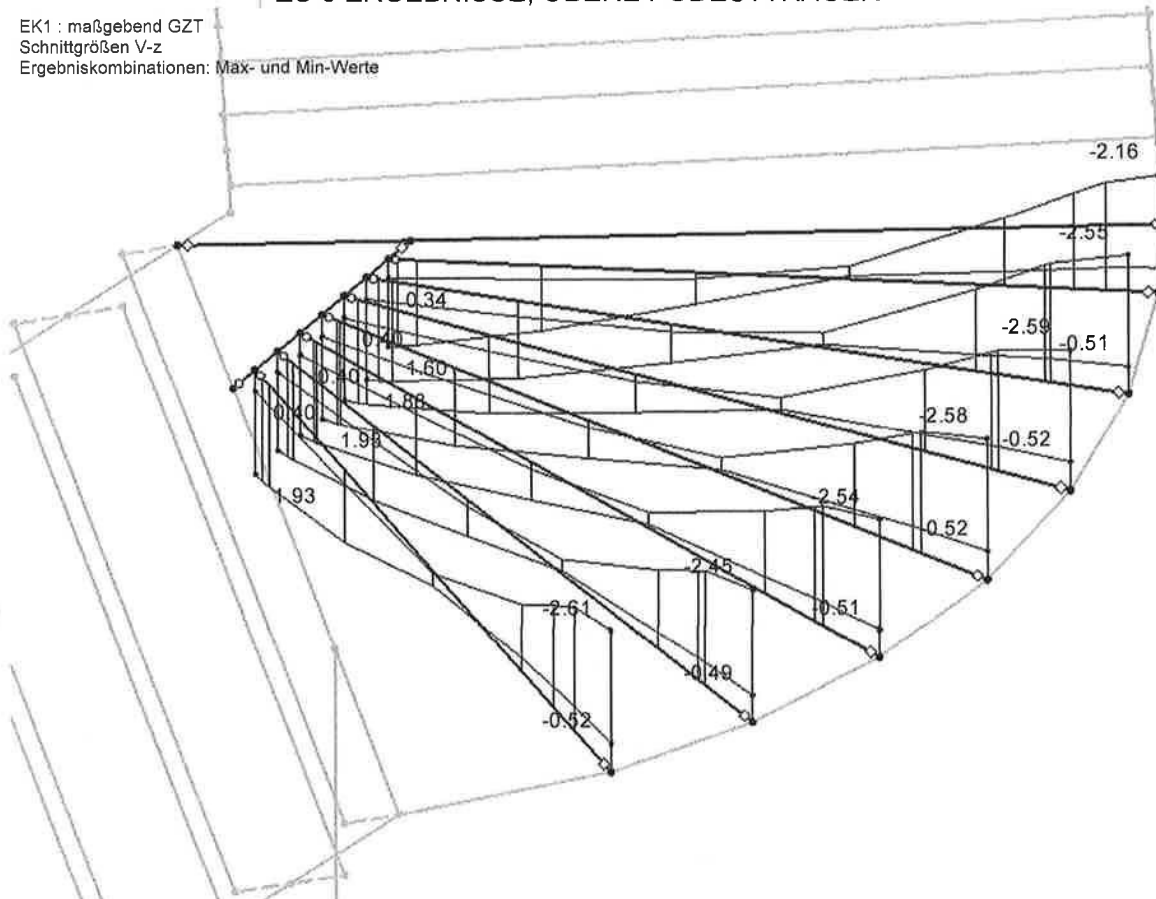


Max M-z: 0.00, Min M-z: -3.71 [kNm]

■ ZU 5 ERGEBNISSE, OBERE PODESTTRÄGER

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

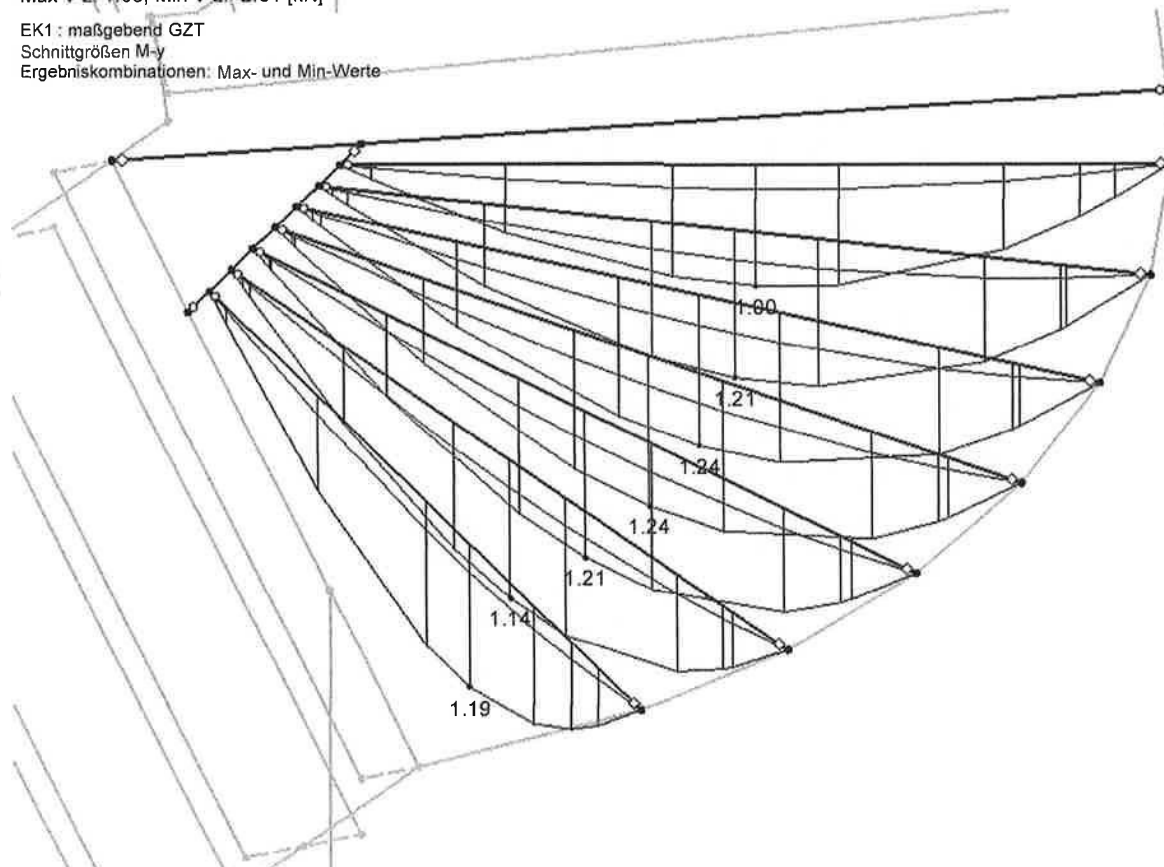
Isometrie



Max V-z: 1.93, Min V-z: -2.61 [kN]

EK1: maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



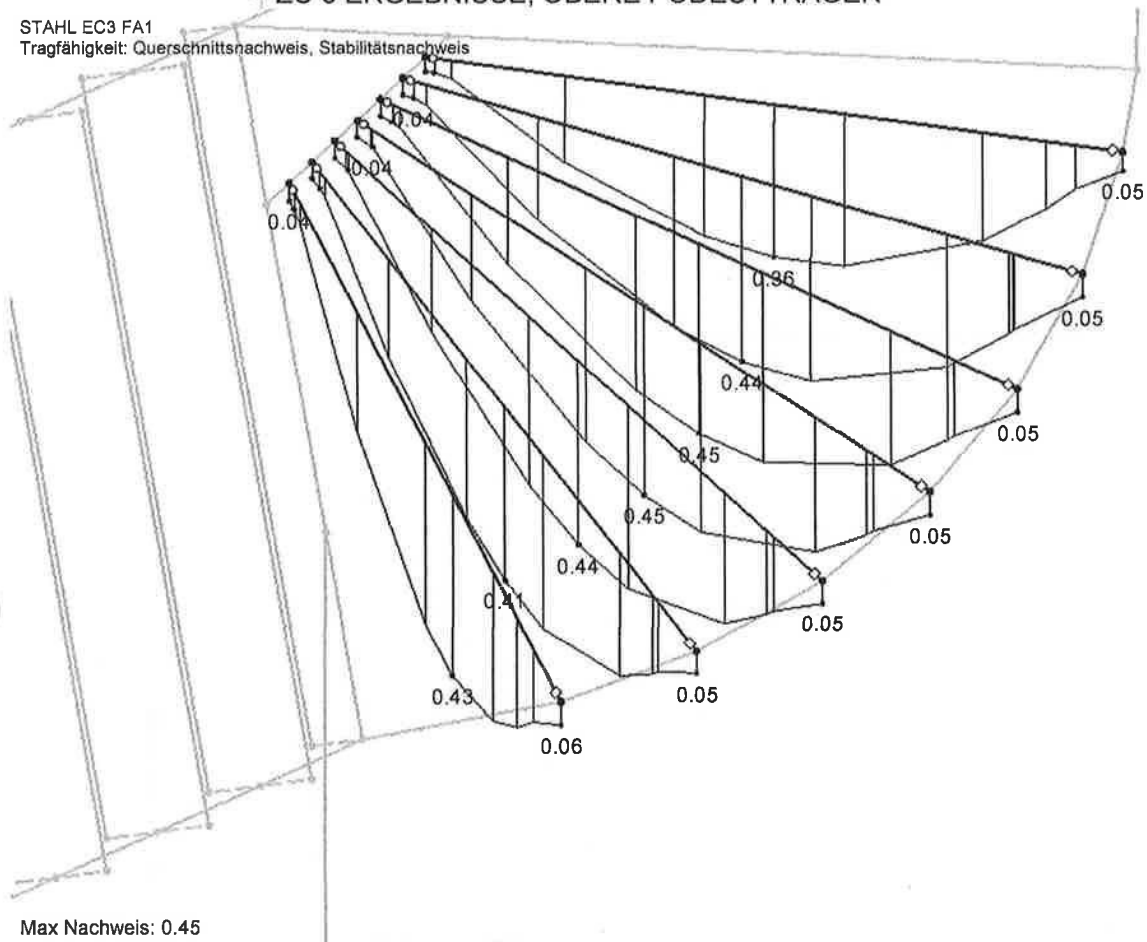
Max M-y: 1.24, Min M-y: 0.00 [kNm]

■ ZU 5 ERGEBNISSE, OBERE PODESTTRÄGER

STAHL EC3 FA1

Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

Isometrie

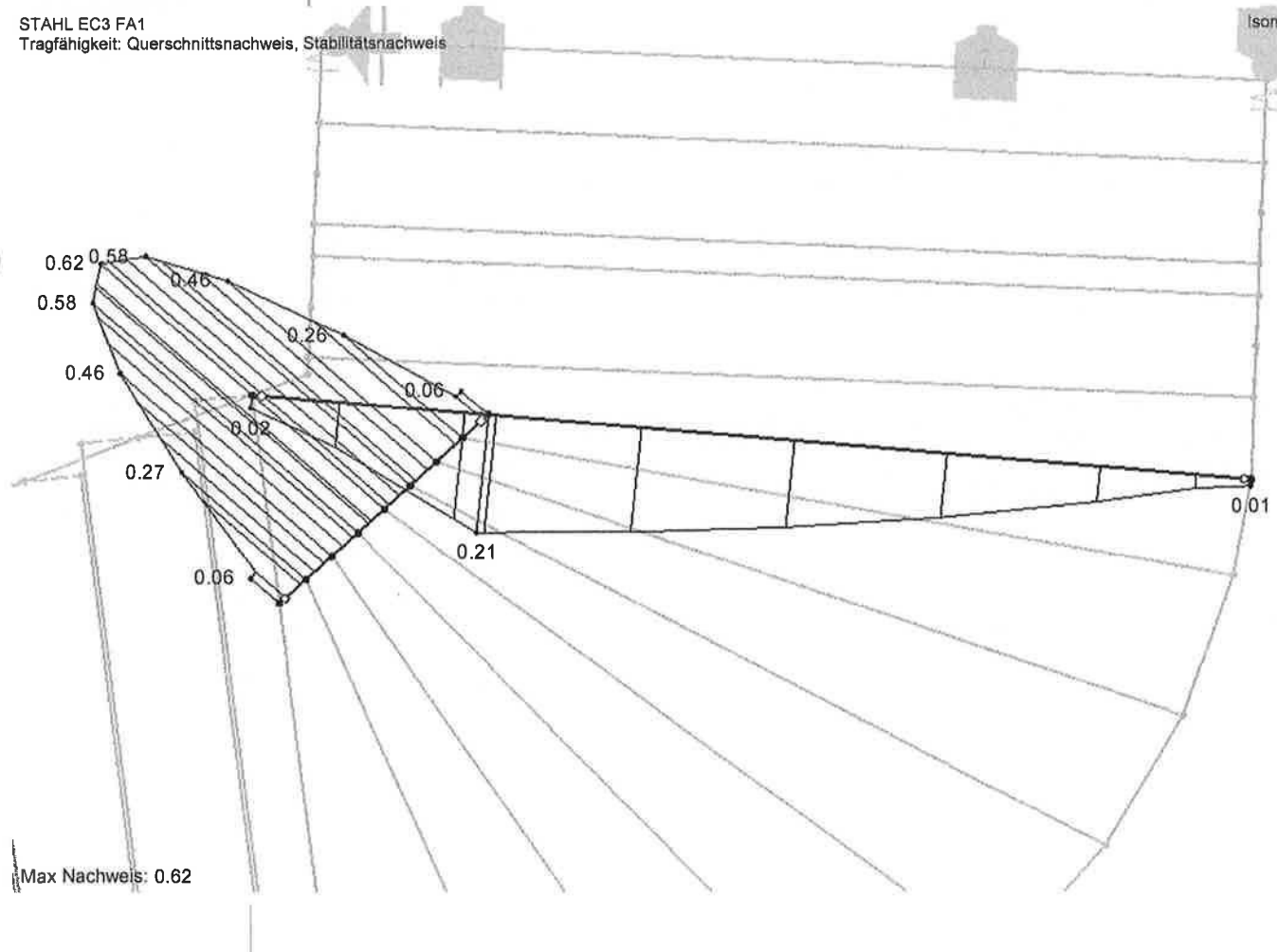


Max Nachweis: 0.45

STAHL EC3 FA1

Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

Isometrie

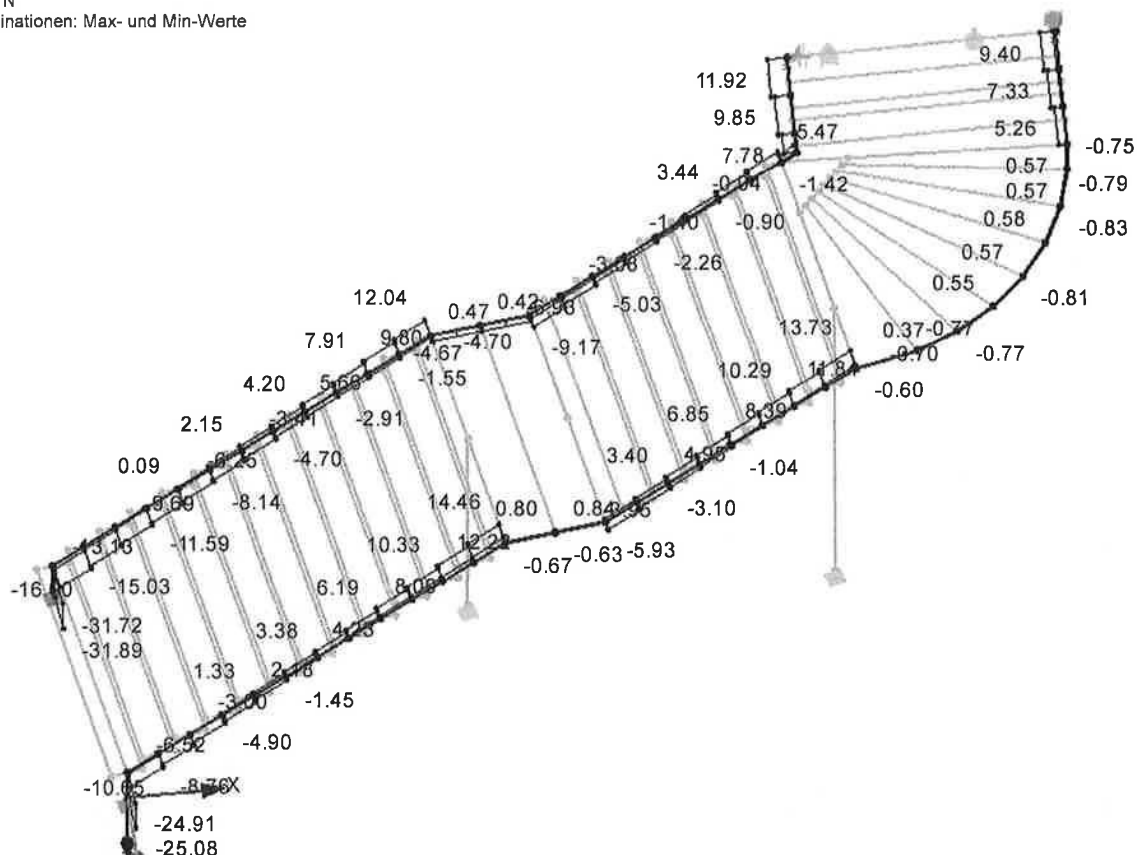


Max Nachweis: 0.62

ZU 5 ERGEBNISSE, WANGEN Pos. 0.03.7

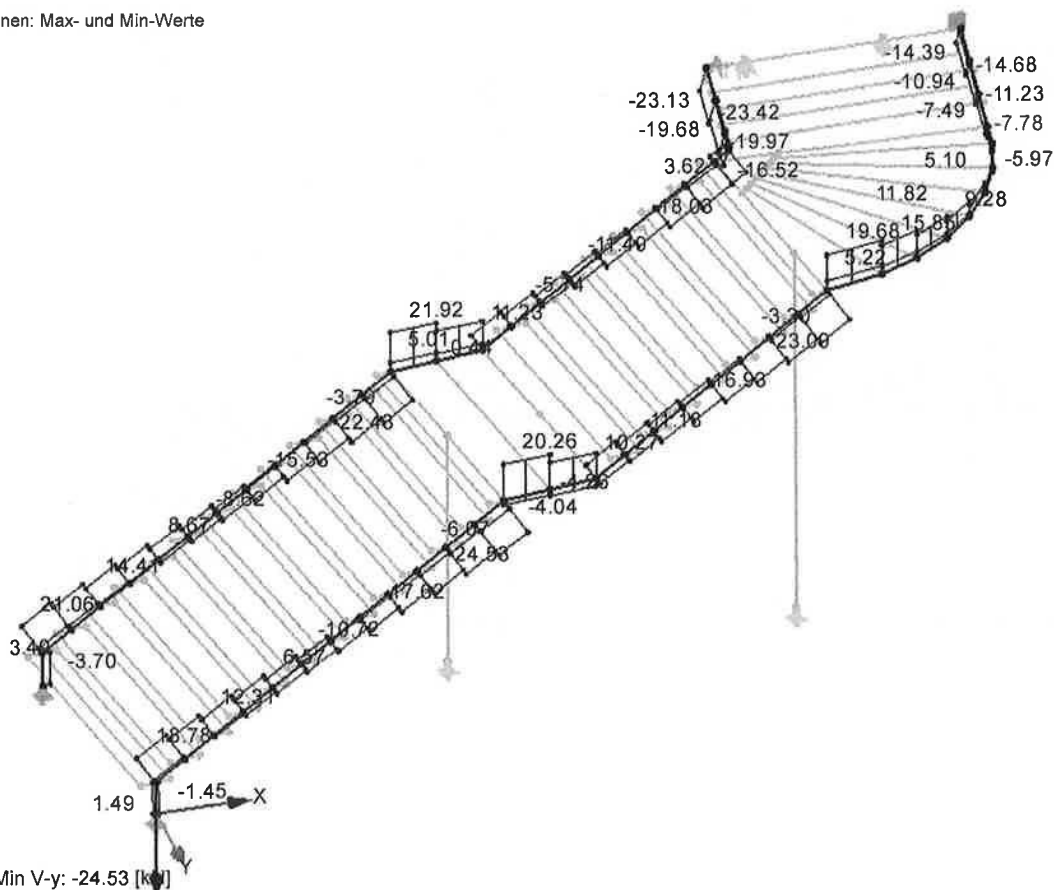
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

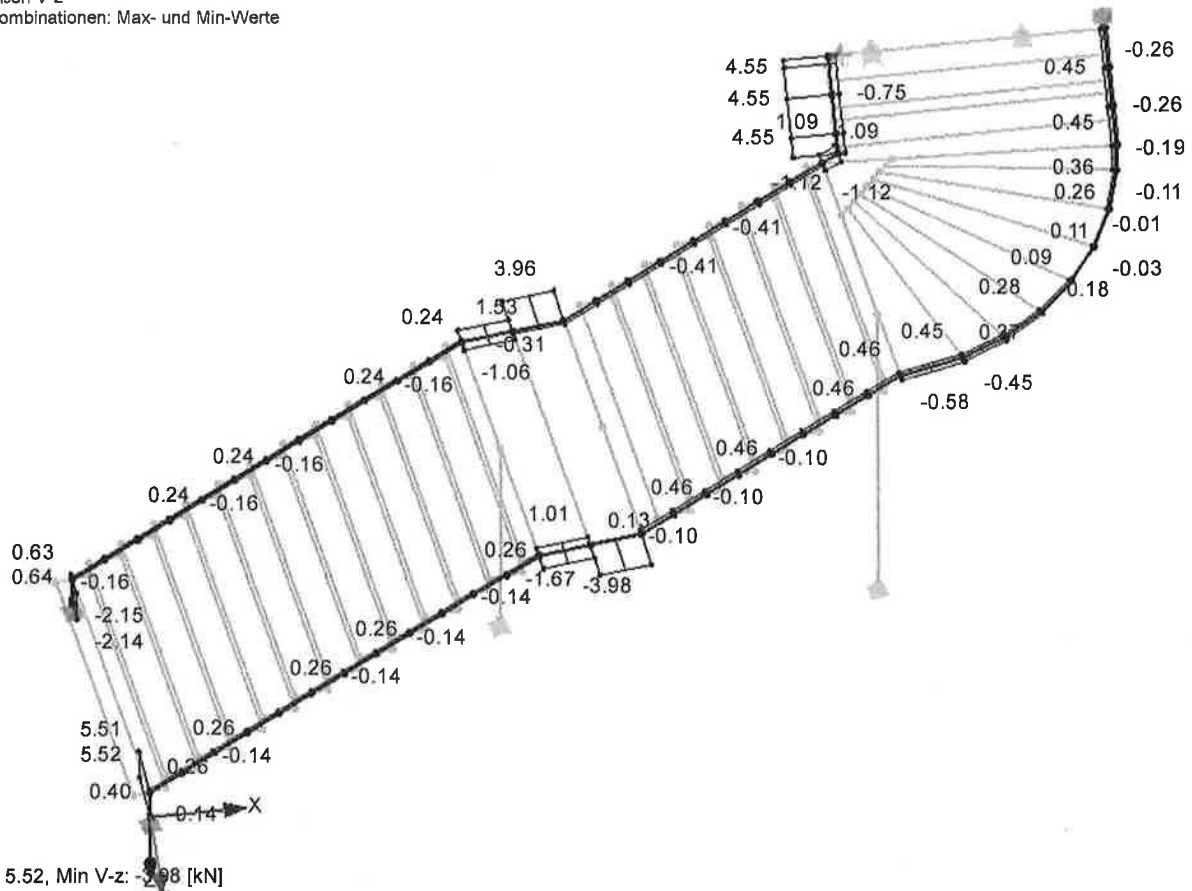
Isometrie



■ ZU 5 ERGEBNISSE, WANGEN

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

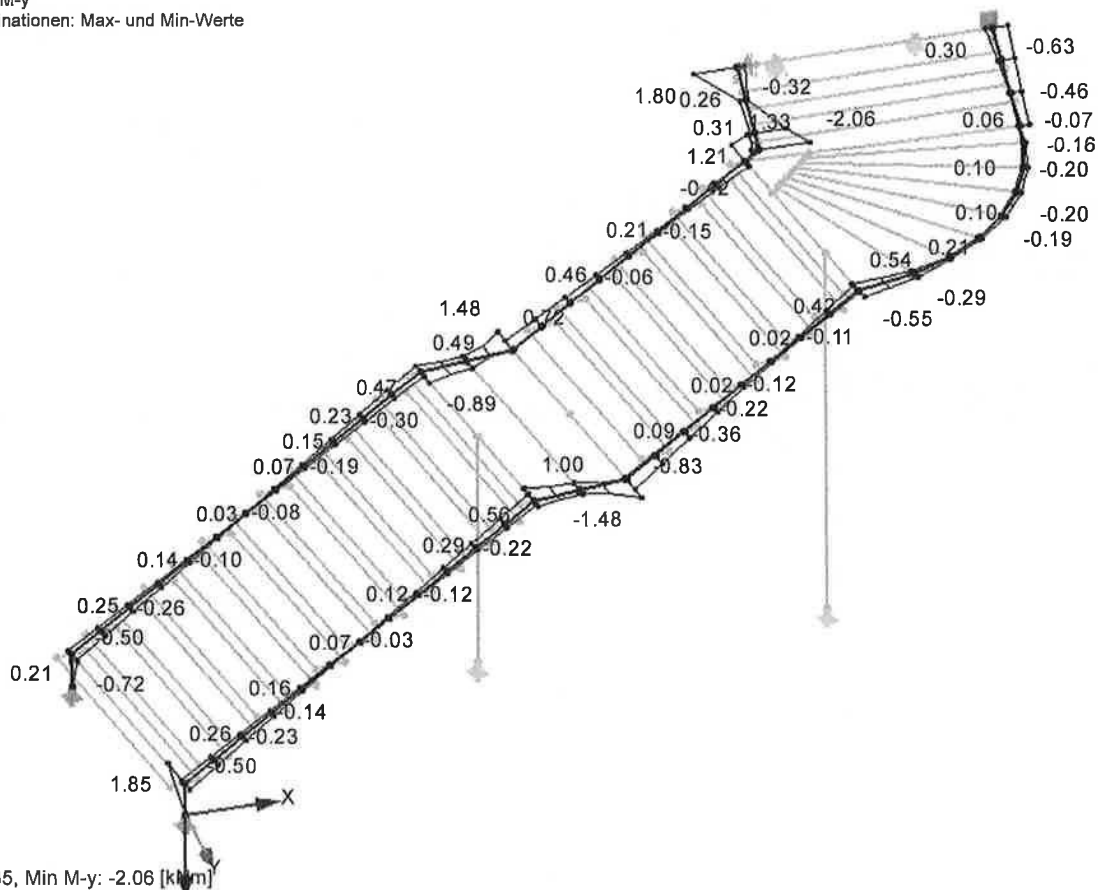
Isometrie



Max V-z: 5.52, Min V-z: -2.98 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

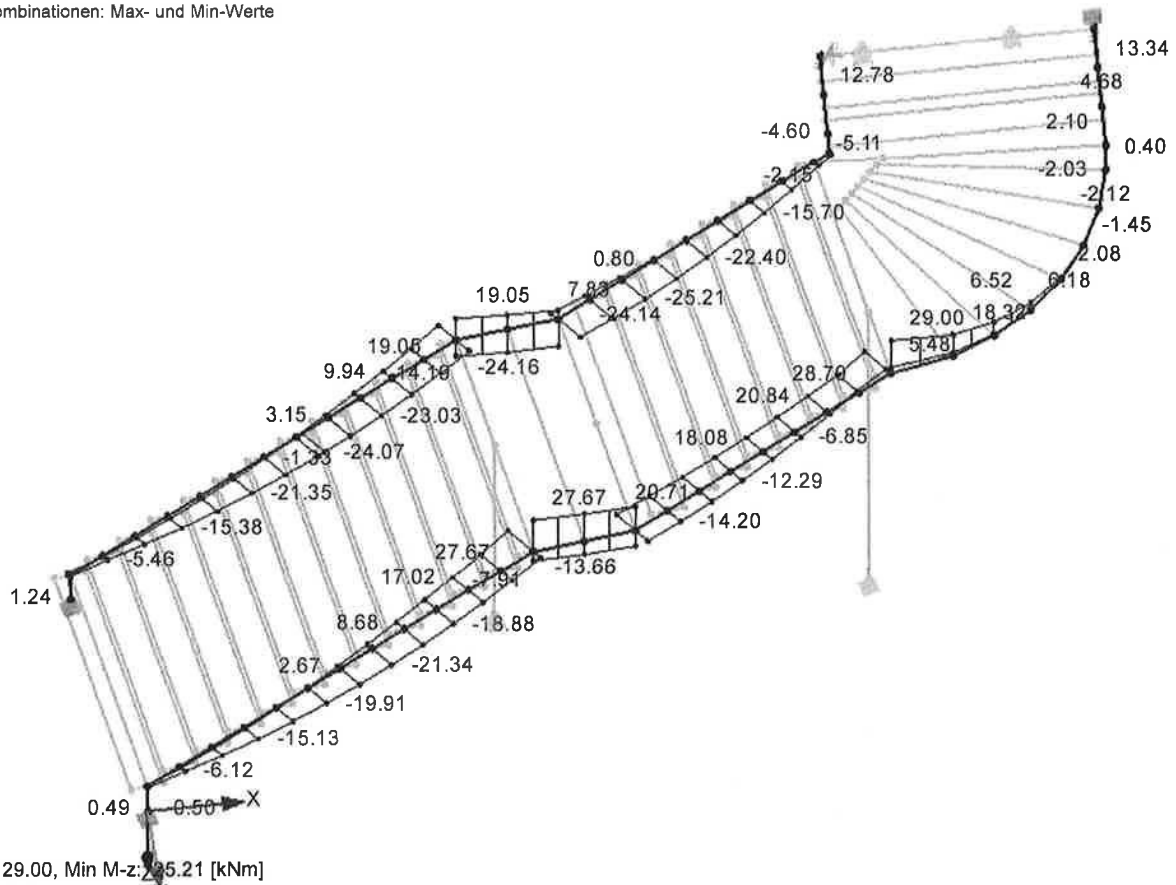


Max M-y: 1.85, Min M-y: -2.06 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE, WANGEN

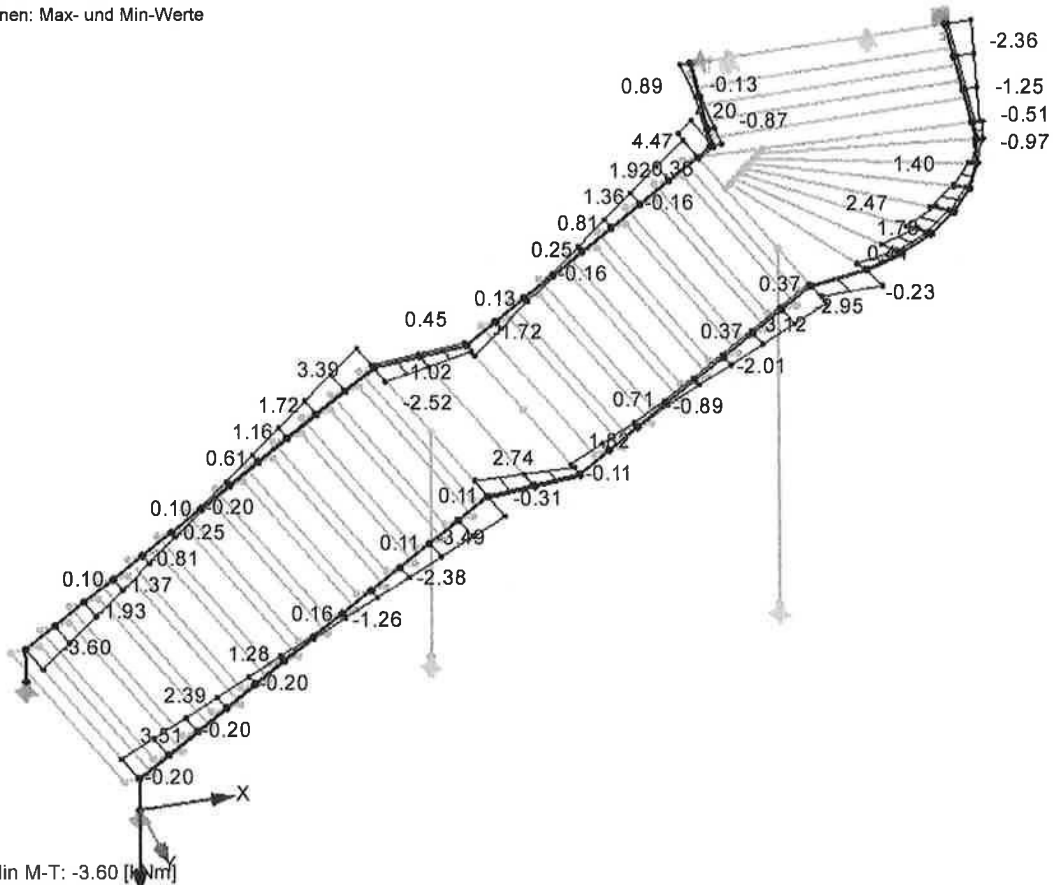
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

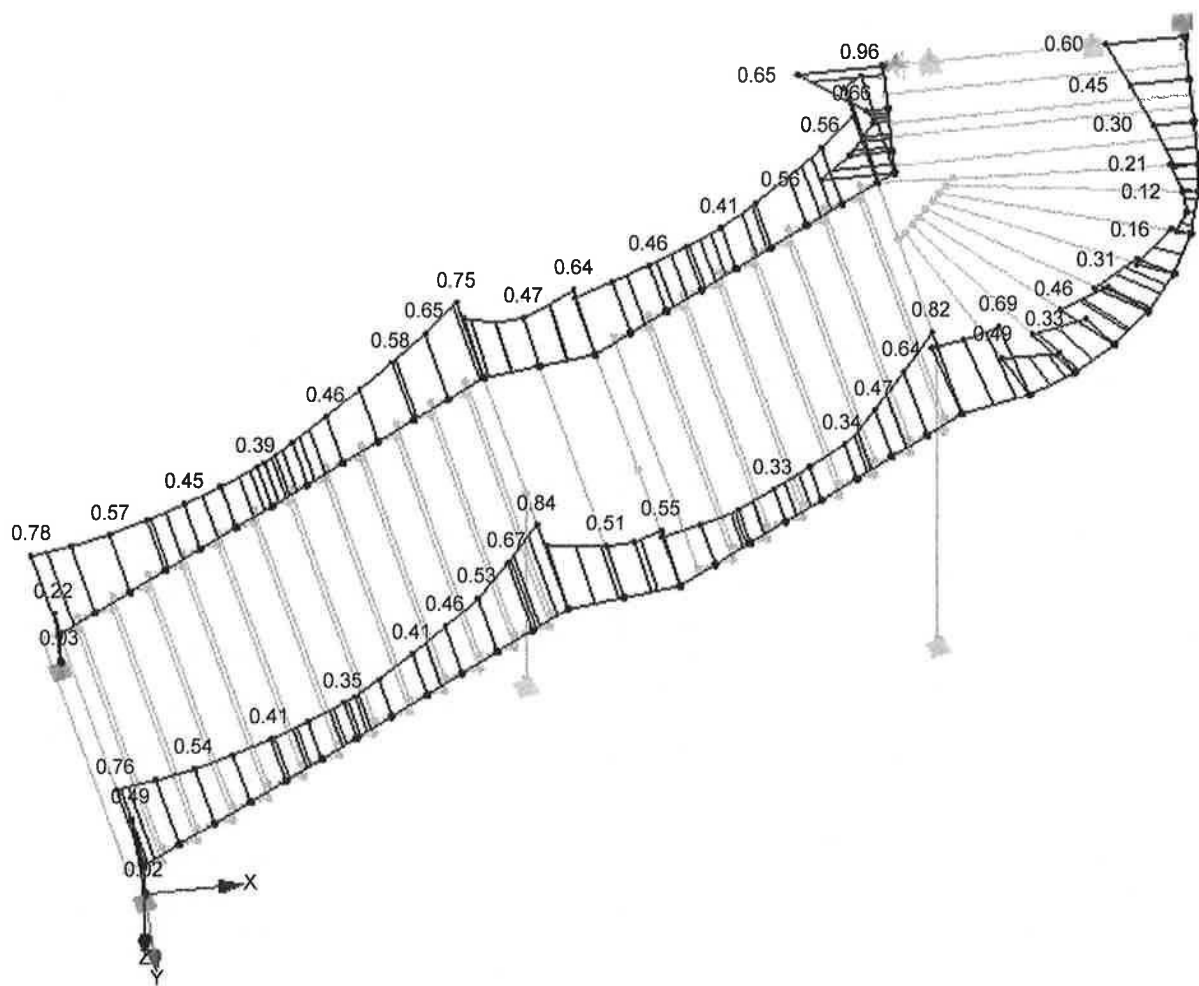


■ ZU 5 ERGEBNISSE, WANGEN

STAHL EC3 FA1

Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

Isometrie

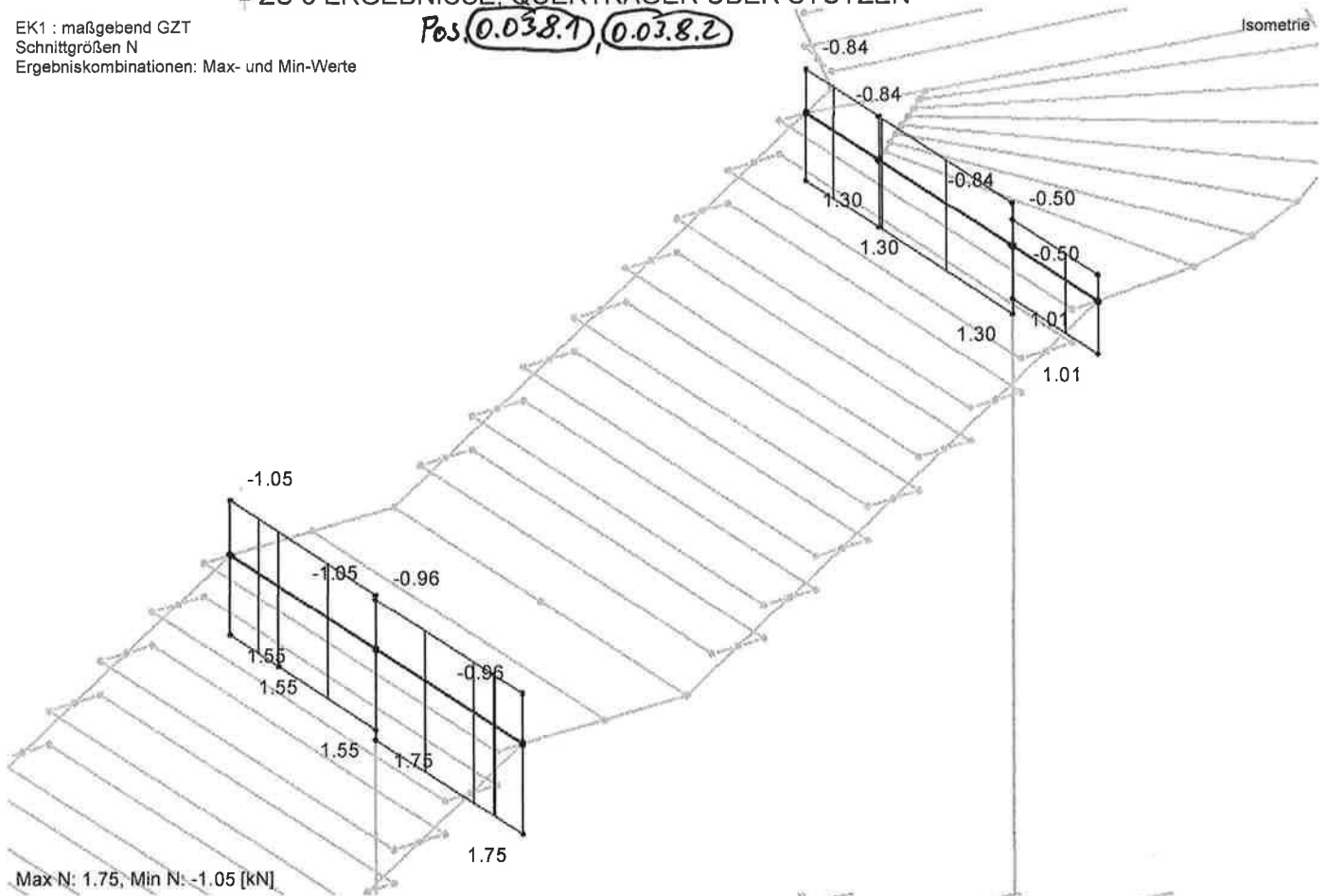


Max Nachweis: 0.96

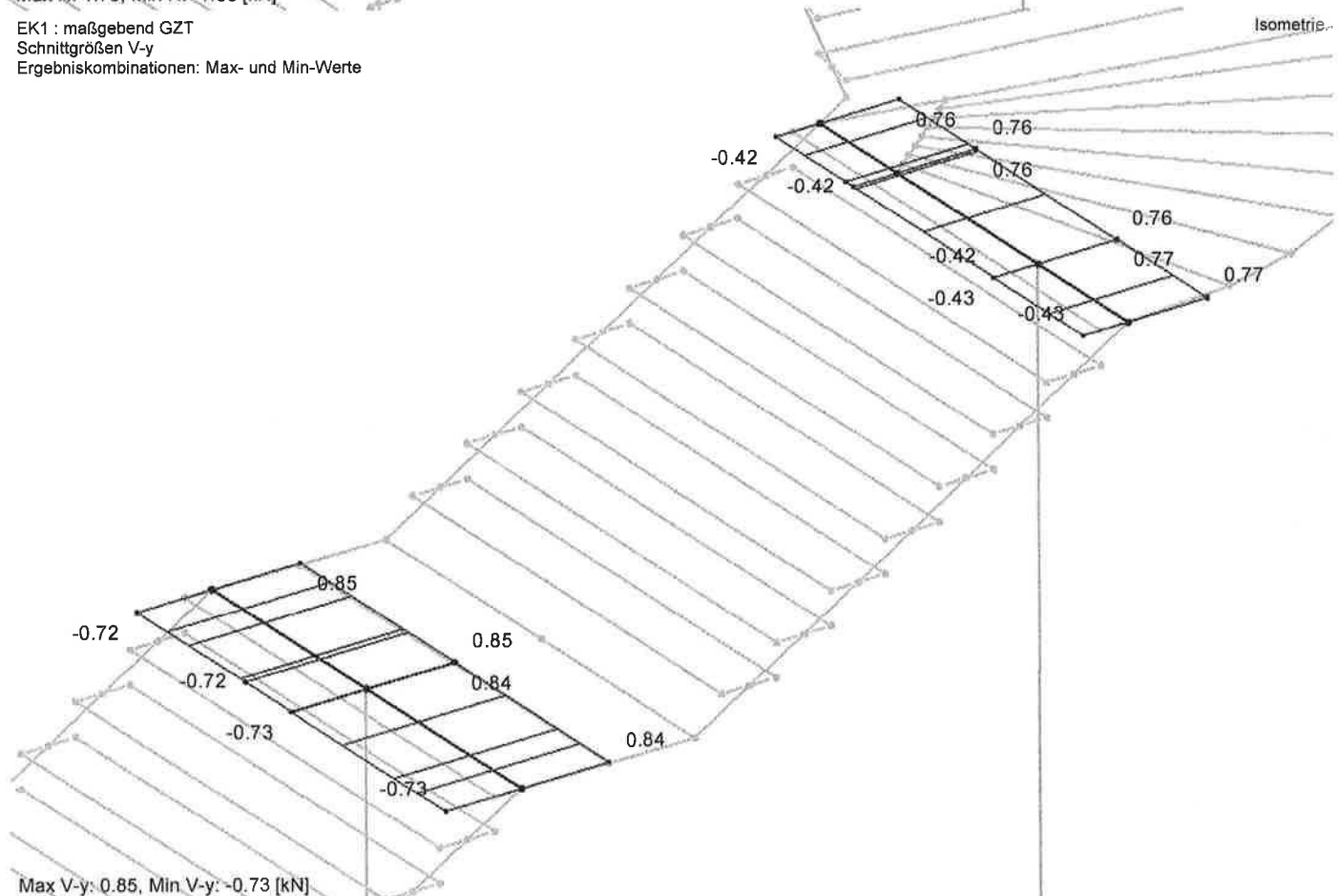
■ ZU 5 ERGEBNISSE, QUERTRÄGER ÜBER STÜTZEN

Pos. 0.03.8.1, 0.03.8.2

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

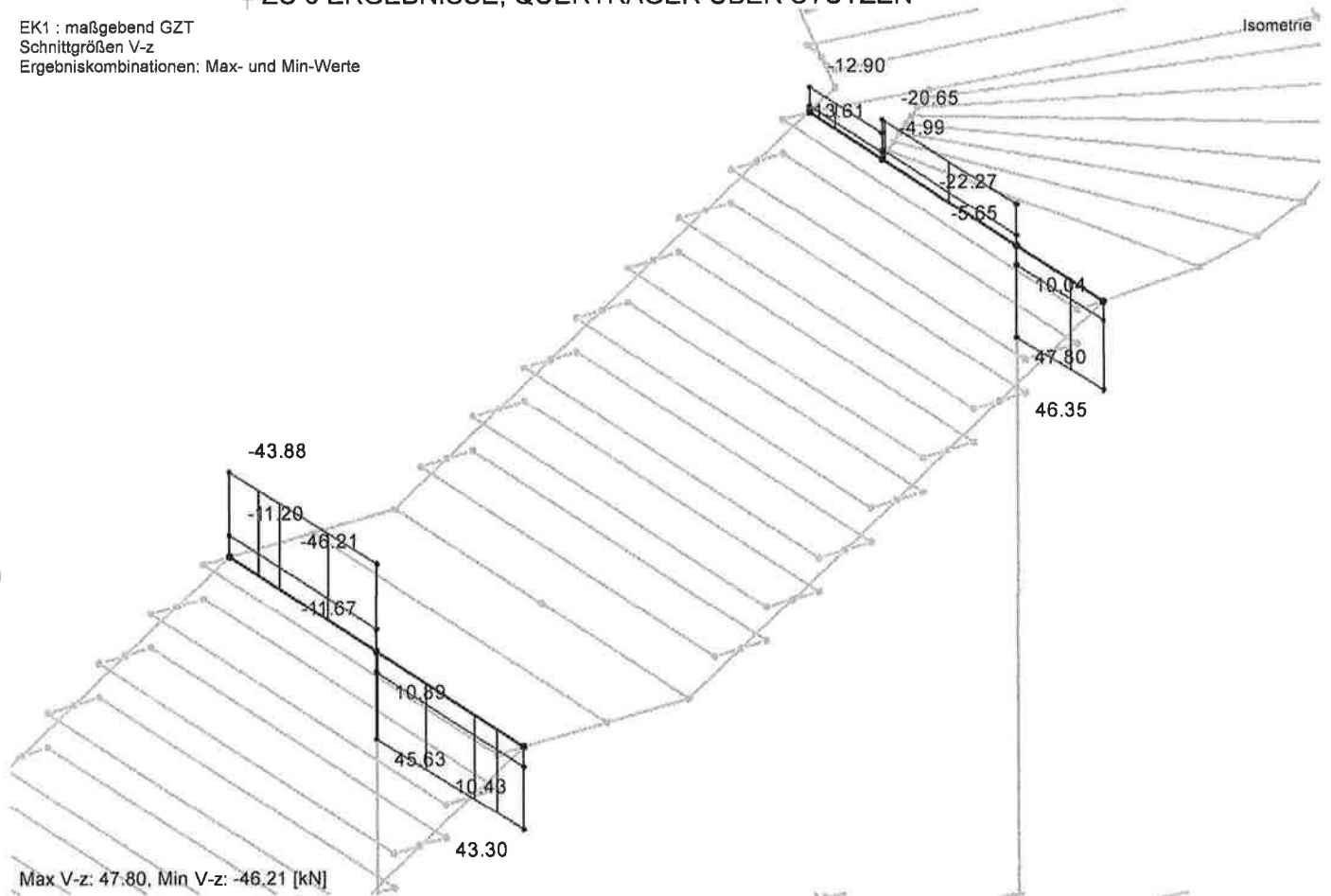


EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

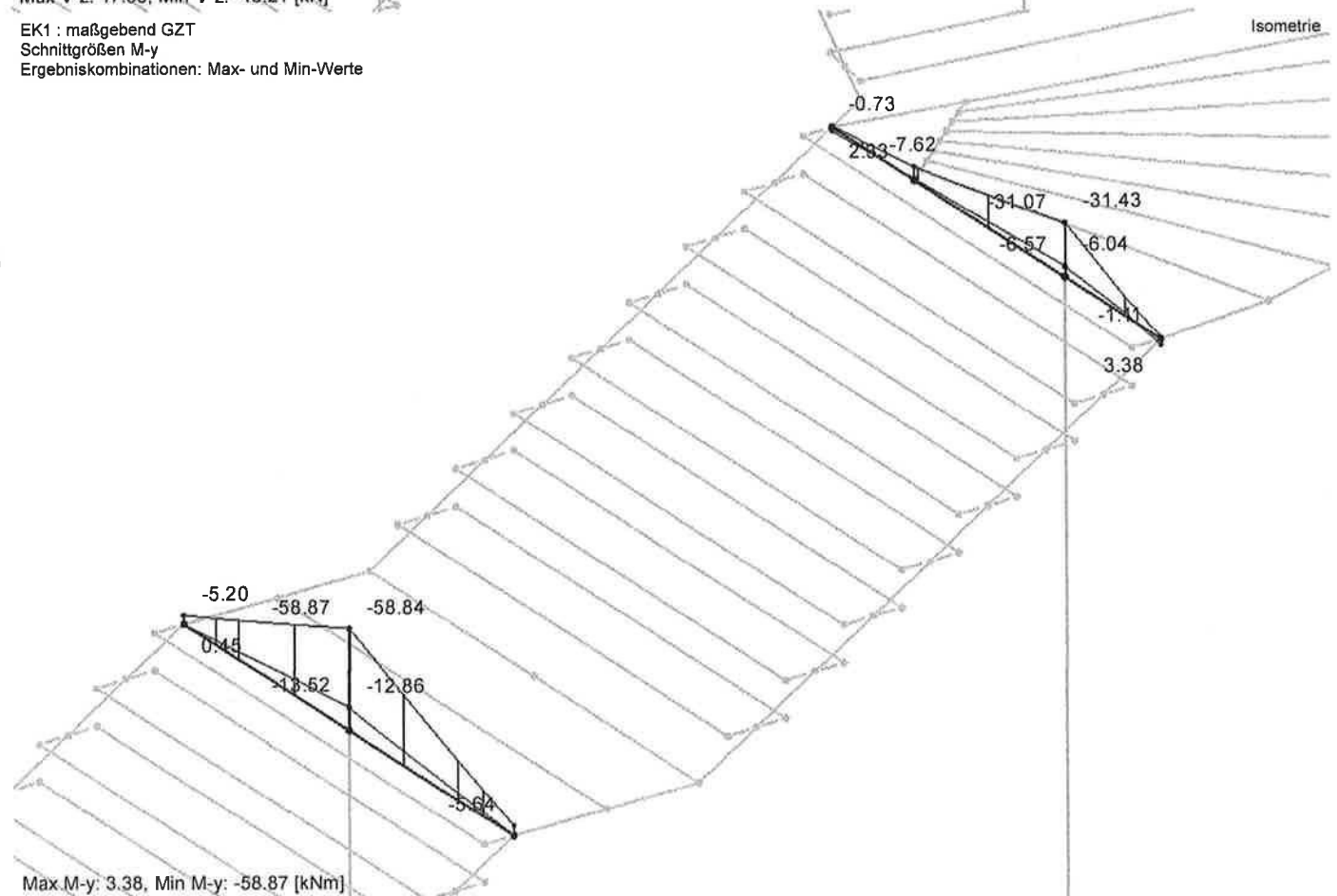


ZU 5 ERGEBNISSE, QUERTRÄGER ÜBER STÜTZEN

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

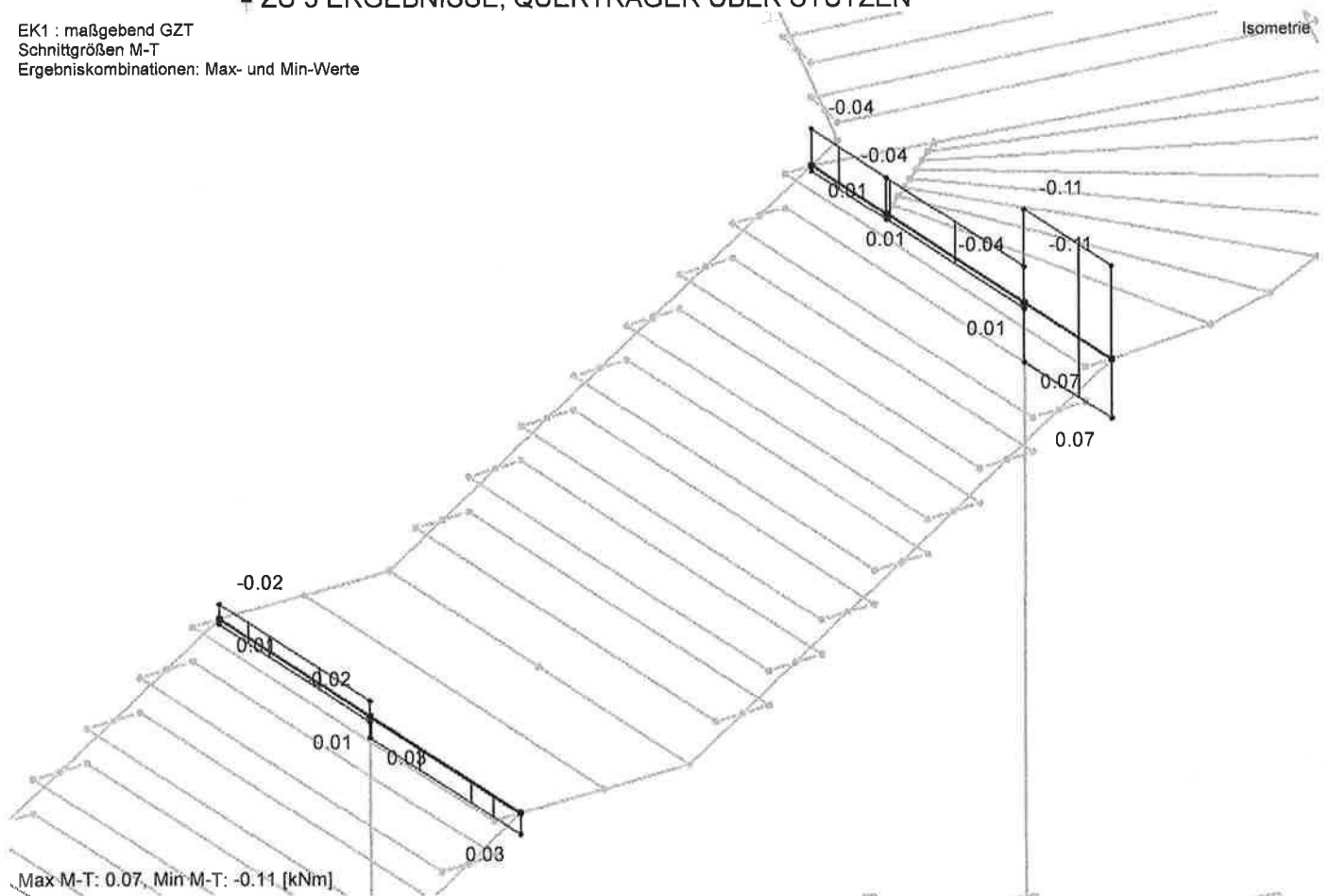


EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

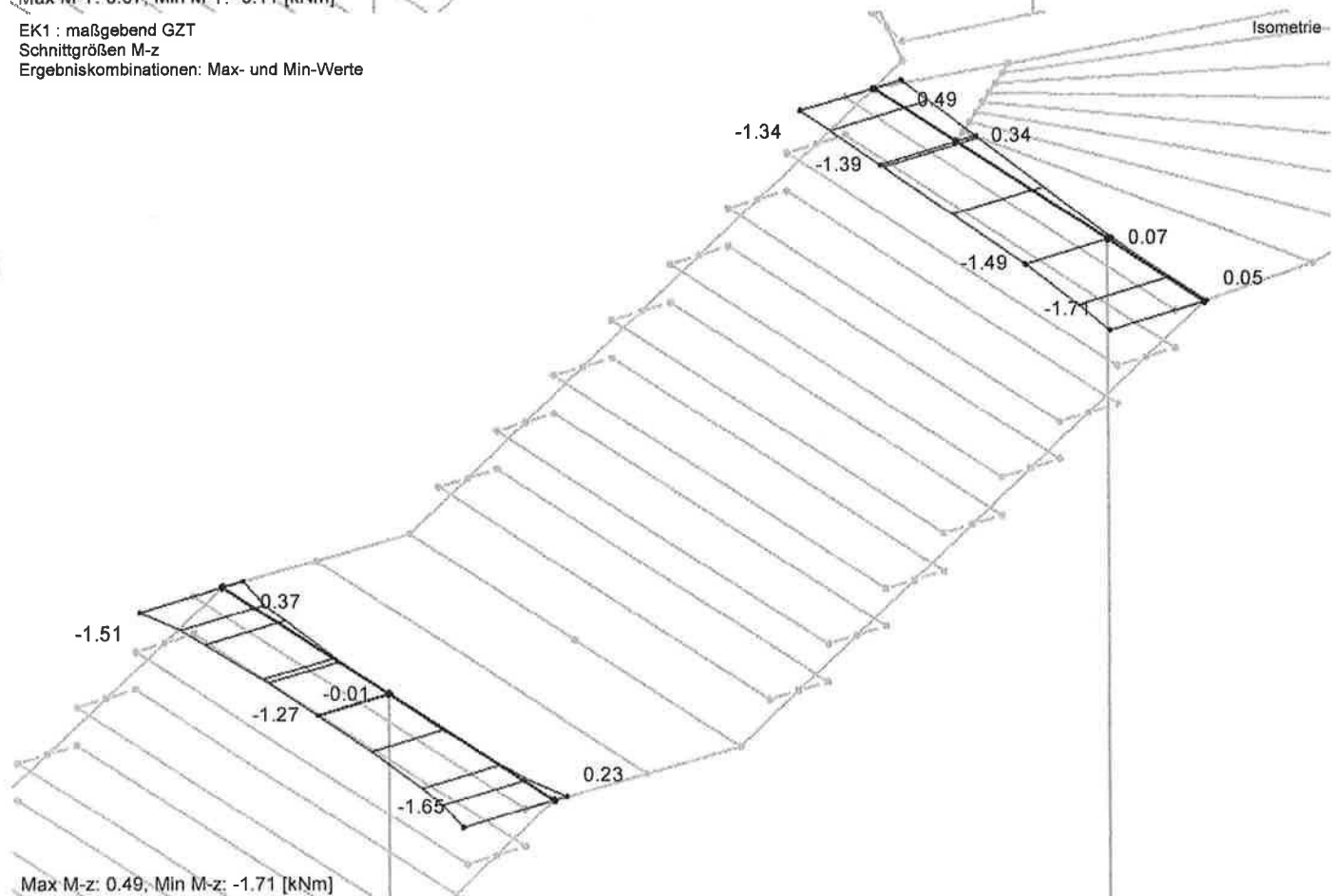


■ ZU 5 ERGEBNISSE, QUERTRÄGER ÜBER STÜTZEN

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



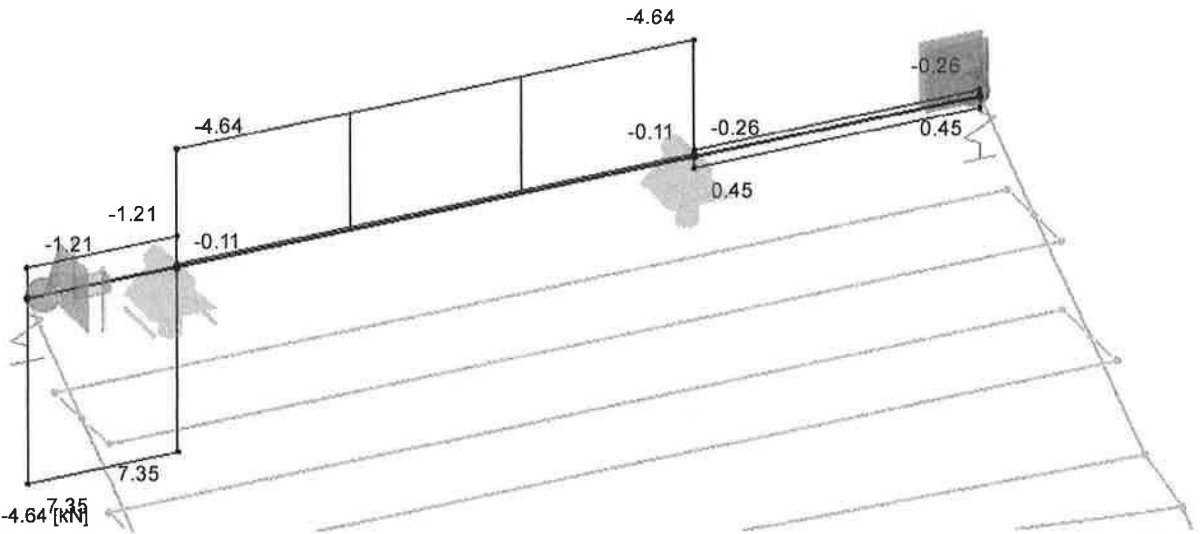
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



■ ZU 5 ERGEBNISSE, RANDTRÄGER DECKENSTIRN, Pos. (0.03.9)

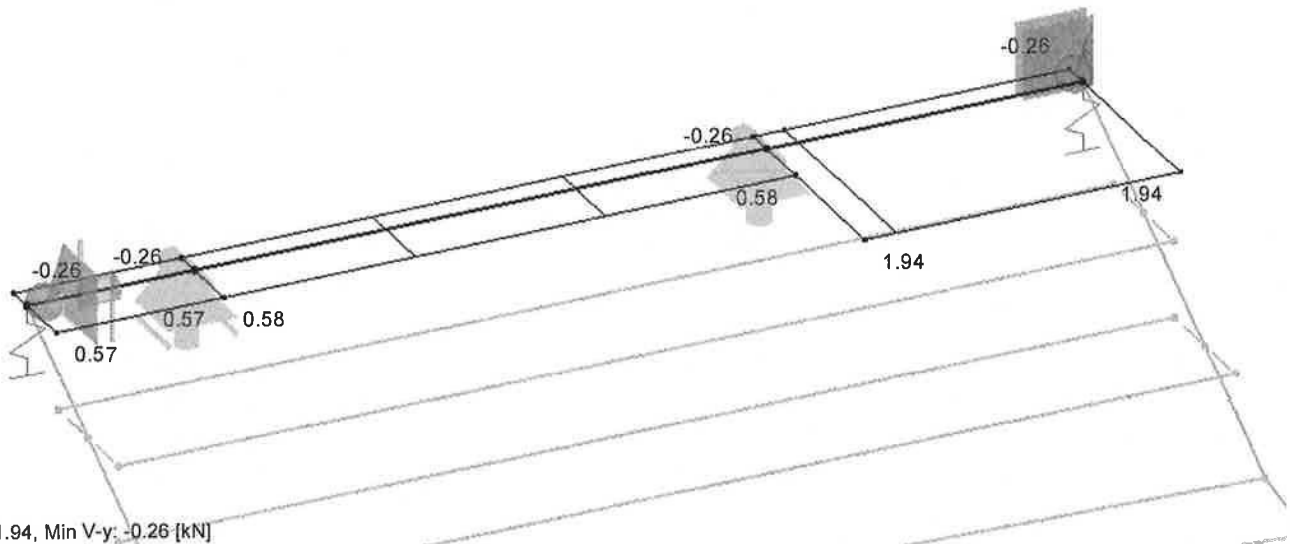
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



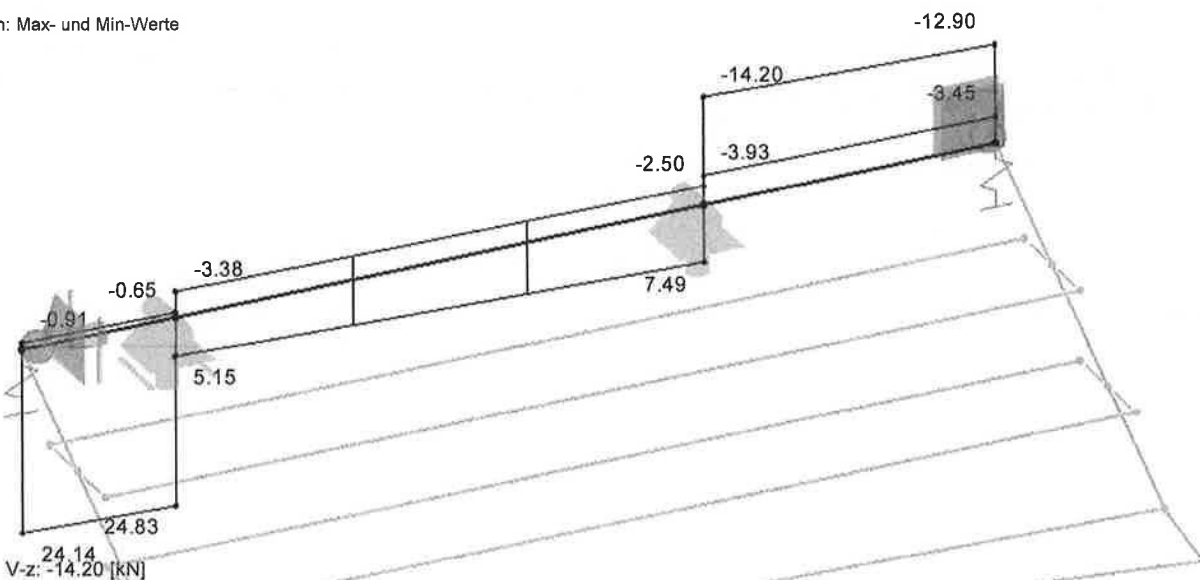
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

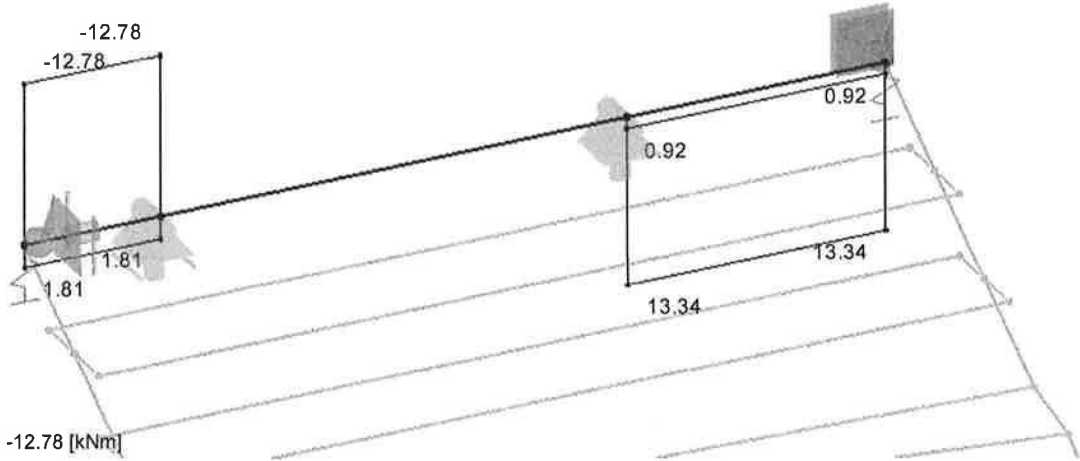
Isometrie



ZU 5 ERGEBNISSE, RANDTRÄGER DECKENSTIRN

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

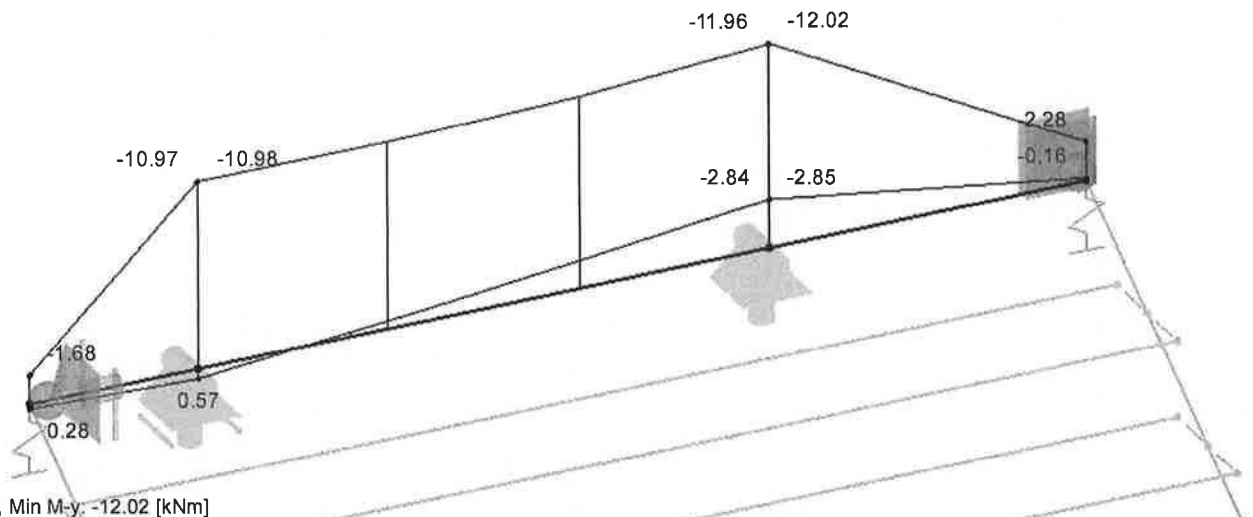
Isometrie



Max M-T: 13.34, Min M-T: -12.78 [kNm]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

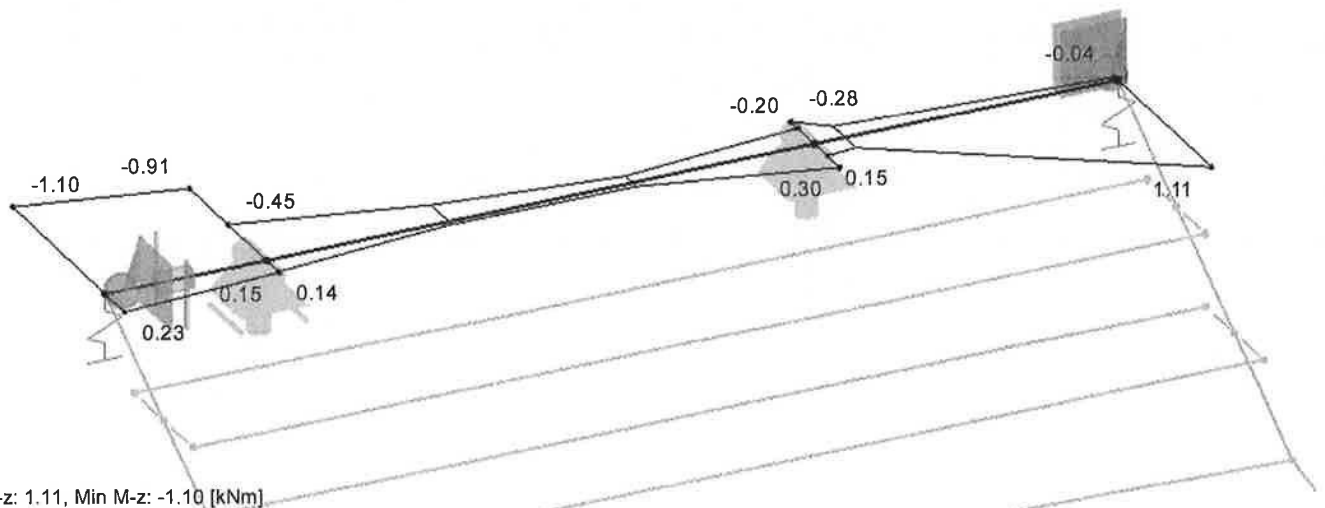
Isometrie



Max M-y: 0.57, Min M-y: -12.02 [kNm]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



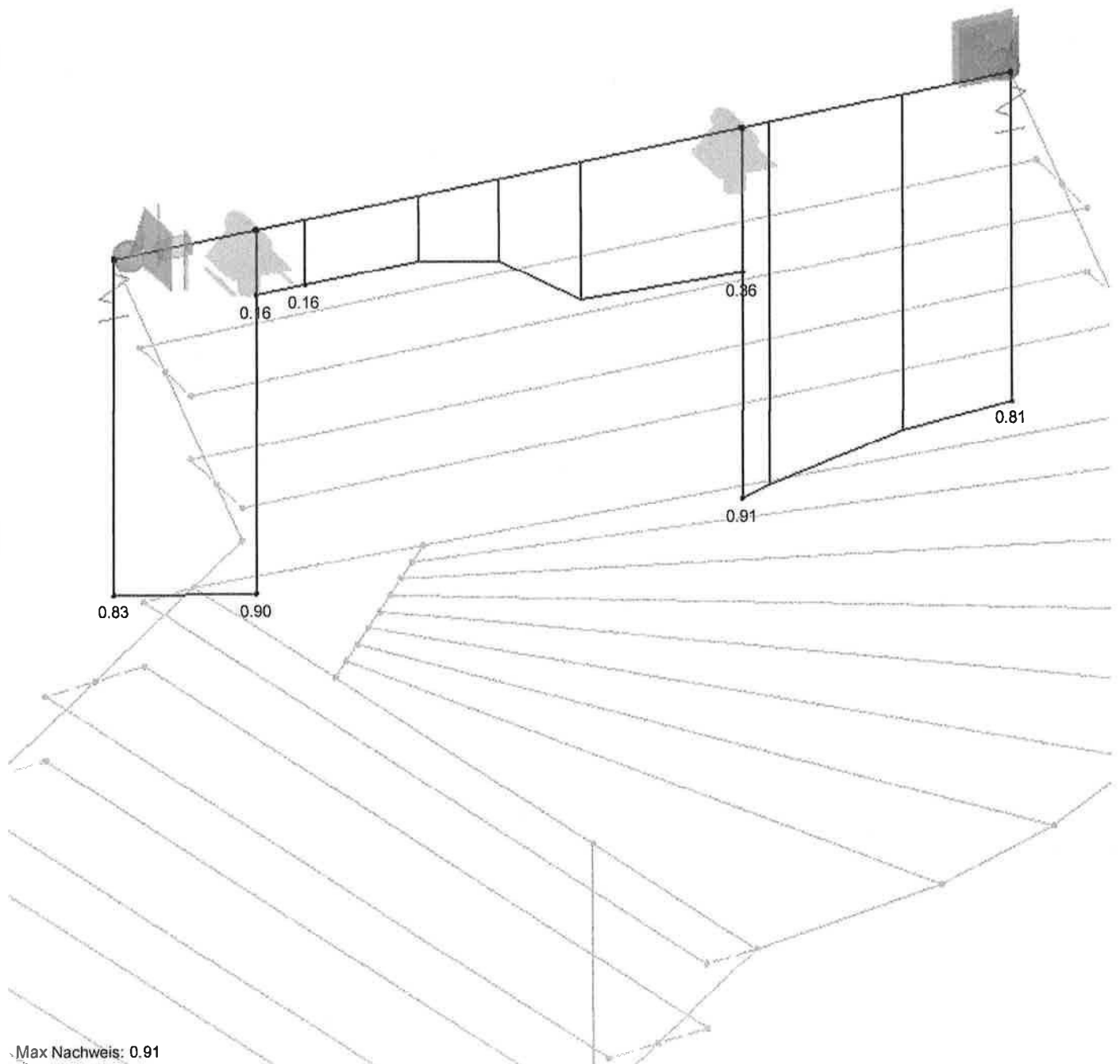
Max M-z: 1.11, Min M-z: -1.10 [kNm]

■ ZU 5 ERGEBNISSE, RANDTRÄGER DECKENSTIRN

STAHL EC3 FA1

Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

Isometrie

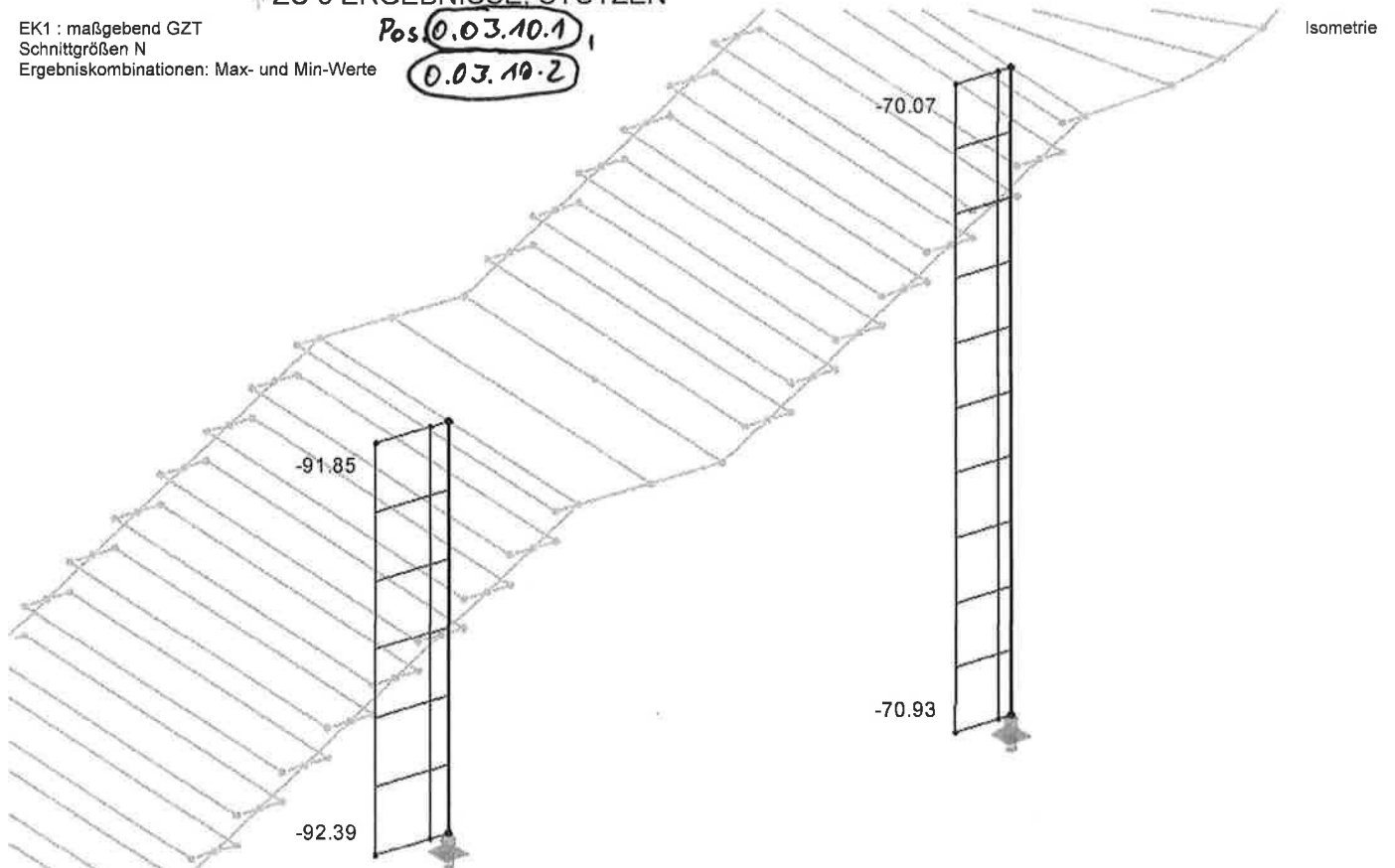


Max Nachweis: 0.91

■ ZU 5 ERGEBNISSE, STÜTZEN

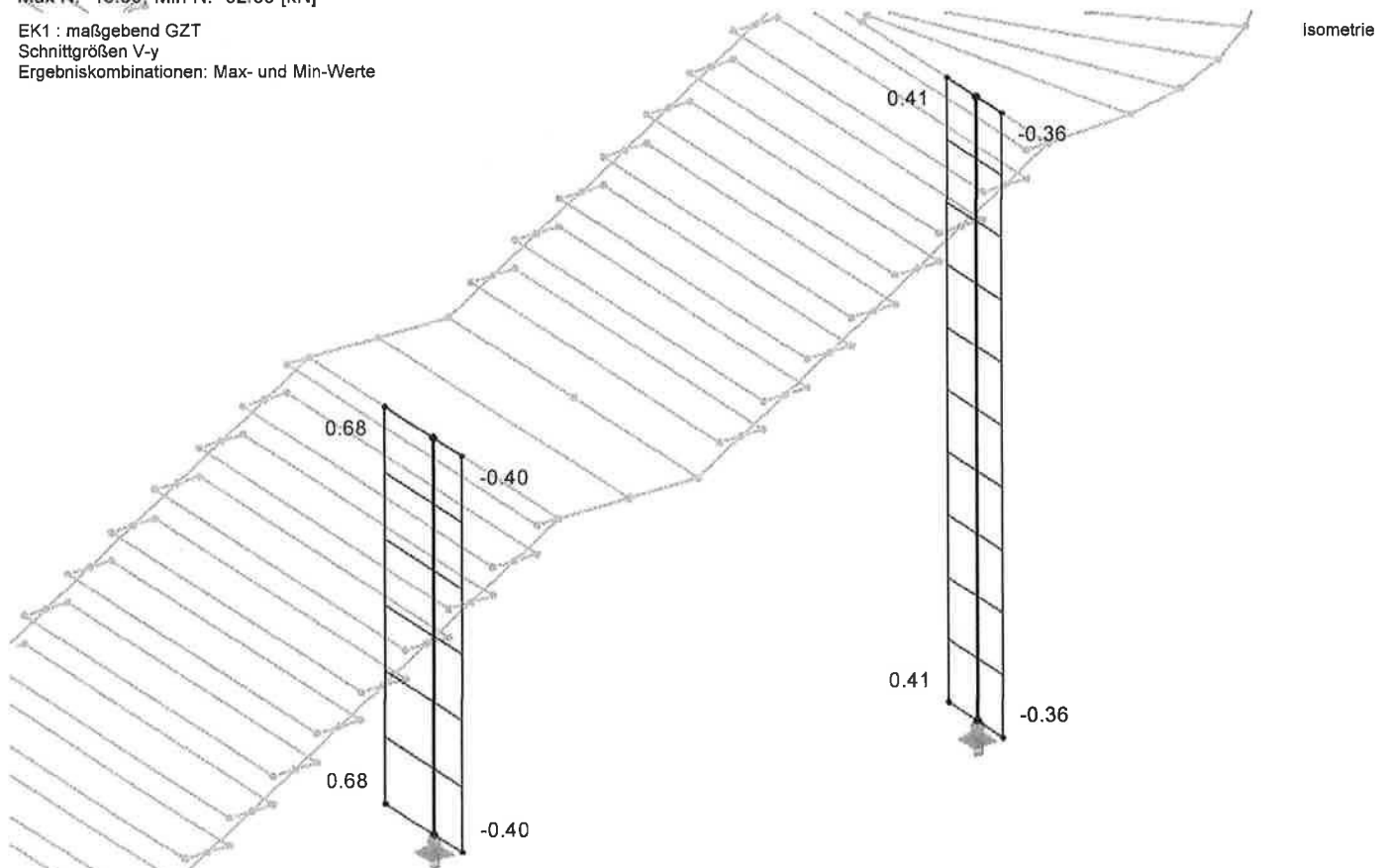
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Pos. 0.03.10.1,
0.03.10.2



Max N: -15.69, Min N: -92.39 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

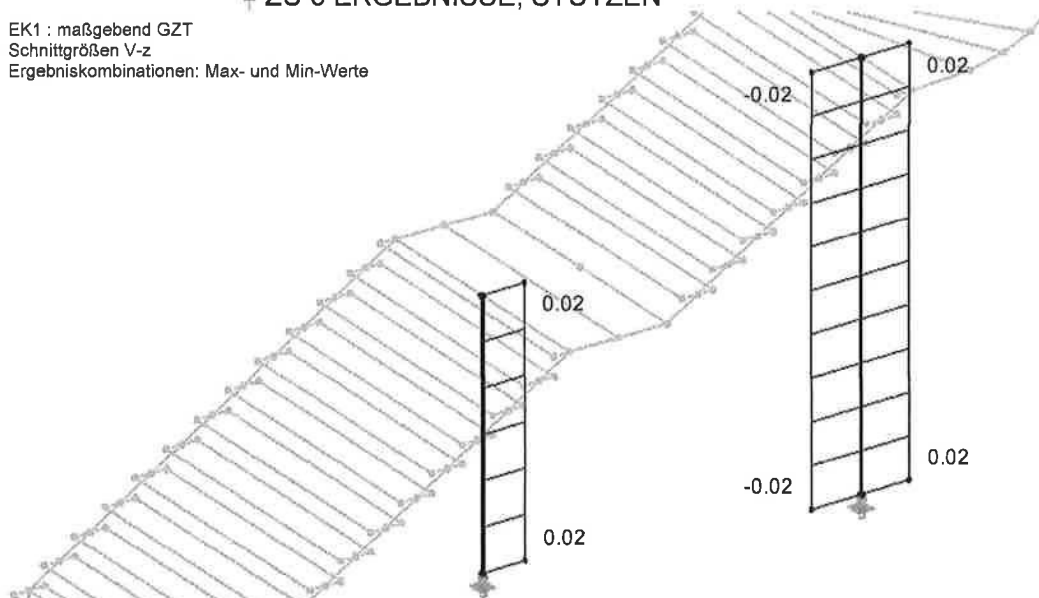


Max V-y: 0.68, Min V-y: -0.40 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE, STÜTZEN

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

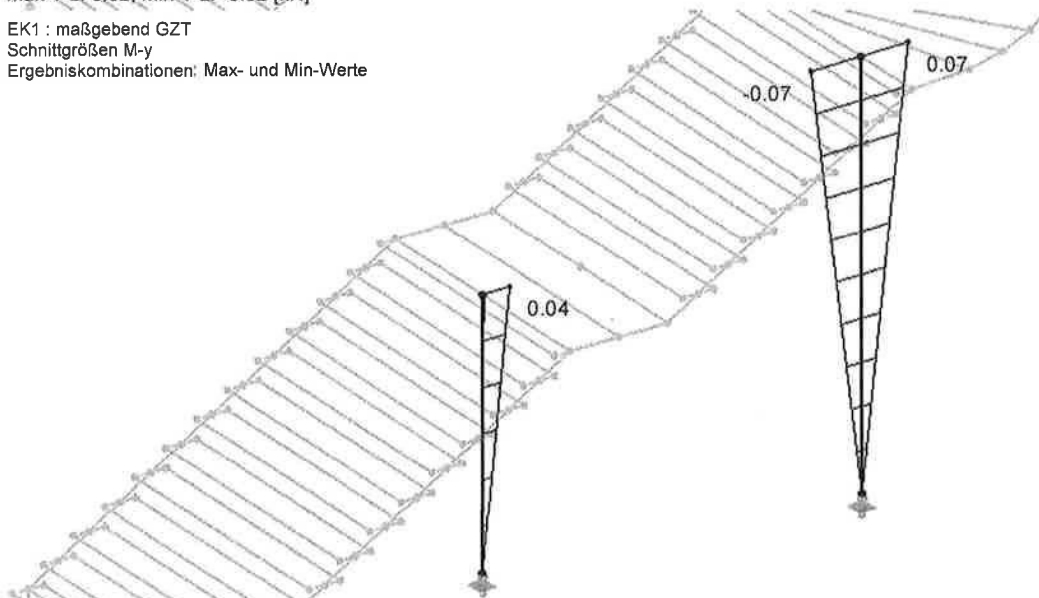
Isometrie



Max V-z: 0.02, Min V-z: -0.02 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

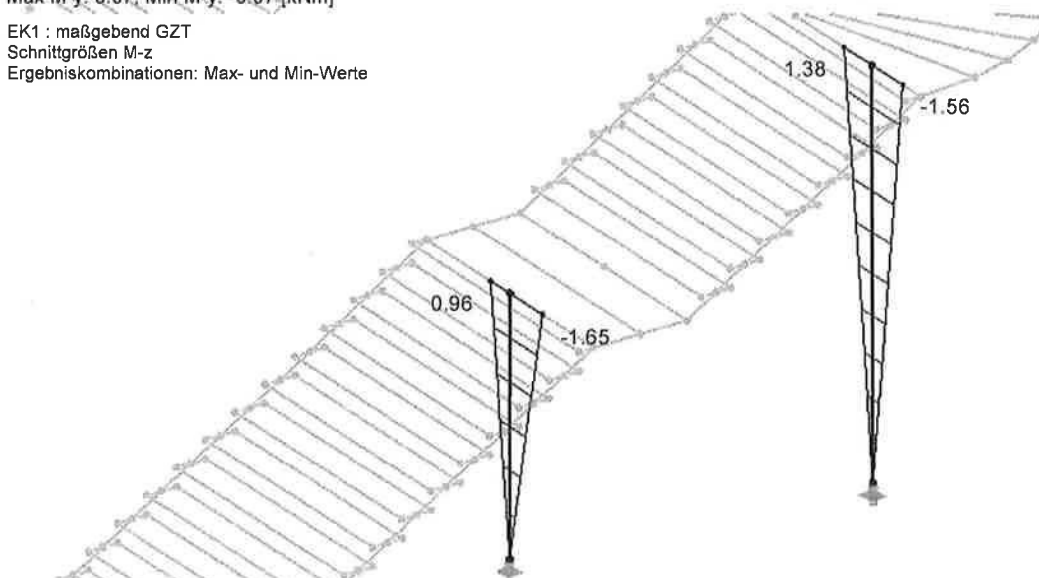
Isometrie



Max M-y: 0.07, Min M-y: -0.07 [kNm]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

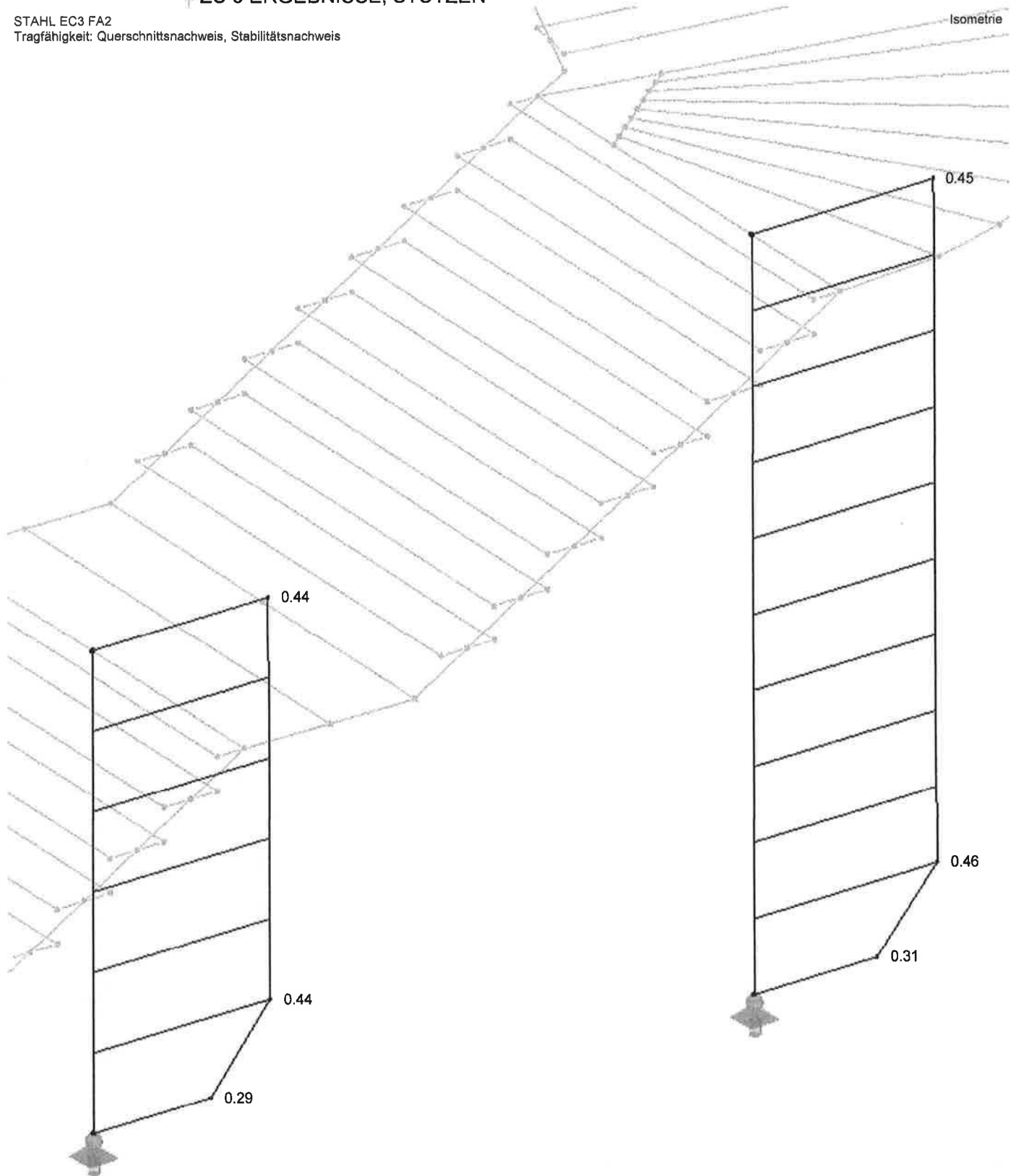


Max M-z: 1.38, Min M-z: -1.65 [kNm]

■ ZU 5 ERGEBNISSE, STÜTZEN

STAHL EC3 FA2

Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

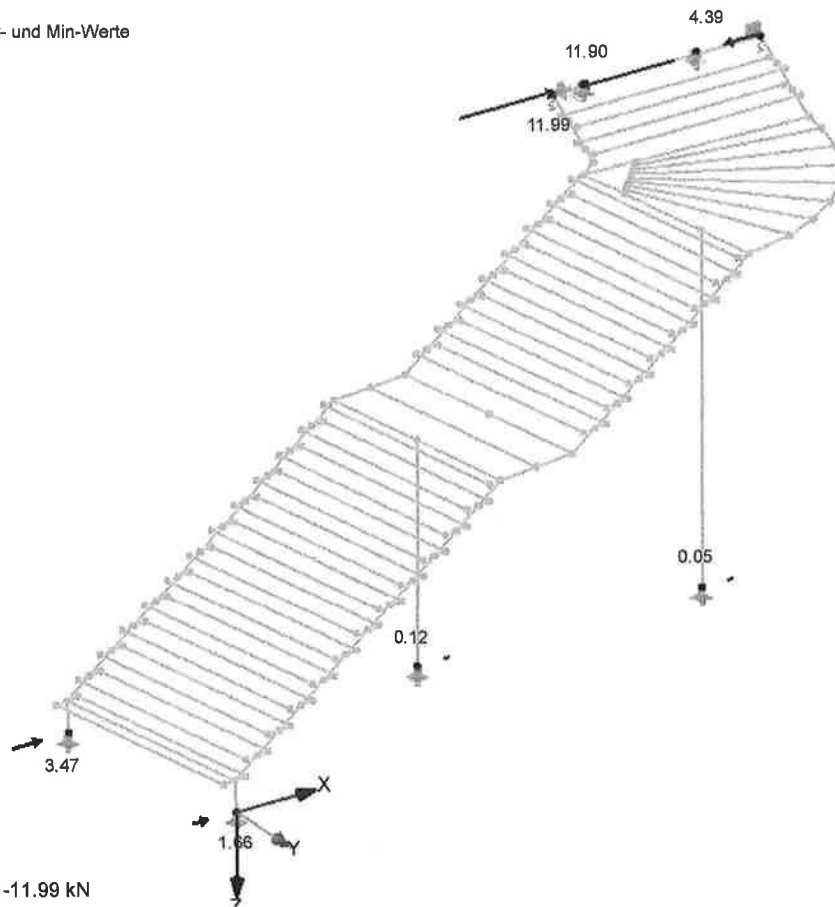


Max Nachweis: 0.46

ZU 5 ERGEBNISSE, AUFLAGERREAKTIONEN

EK1 : maßgebend GZT
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

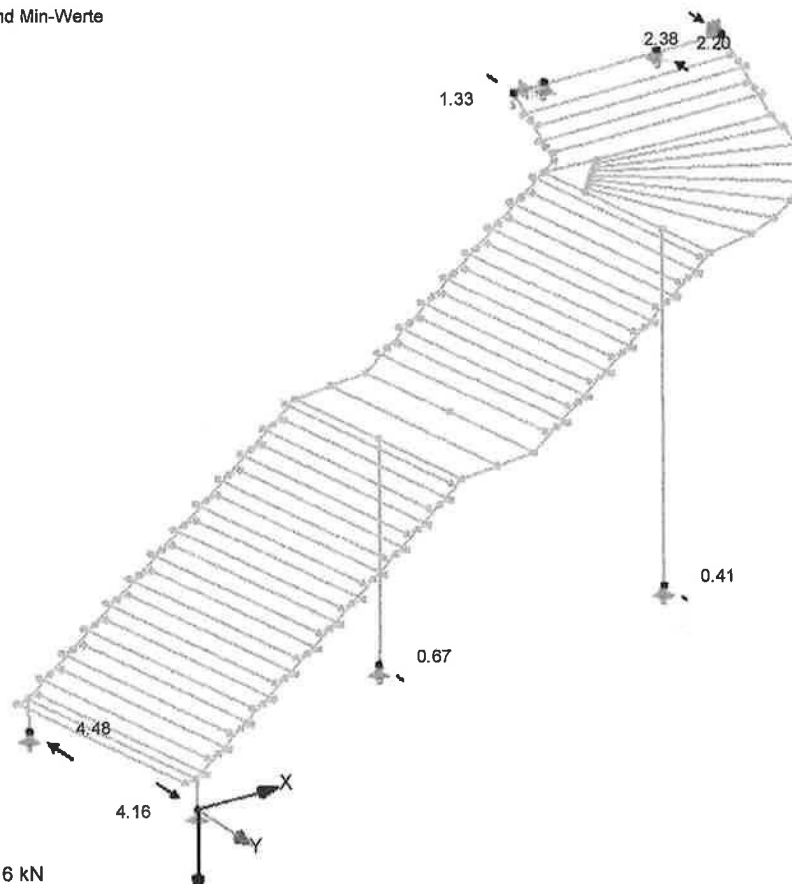
Isometrie



Max P-X: 11.90, Min P-X: -11.99 kN

EK1 : maßgebend GZT
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

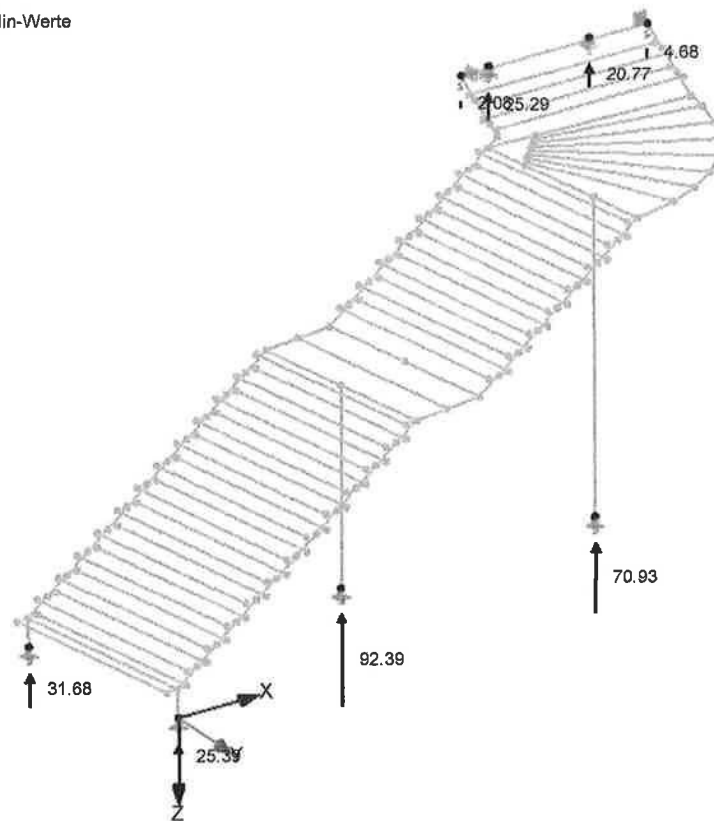


Max P-Y: 4.48, Min P-Y: -4.16 kN

■ ZU 5 ERGEBNISSE, AUFLAGERREAKTIONEN

EK1 : maßgebend GZT
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

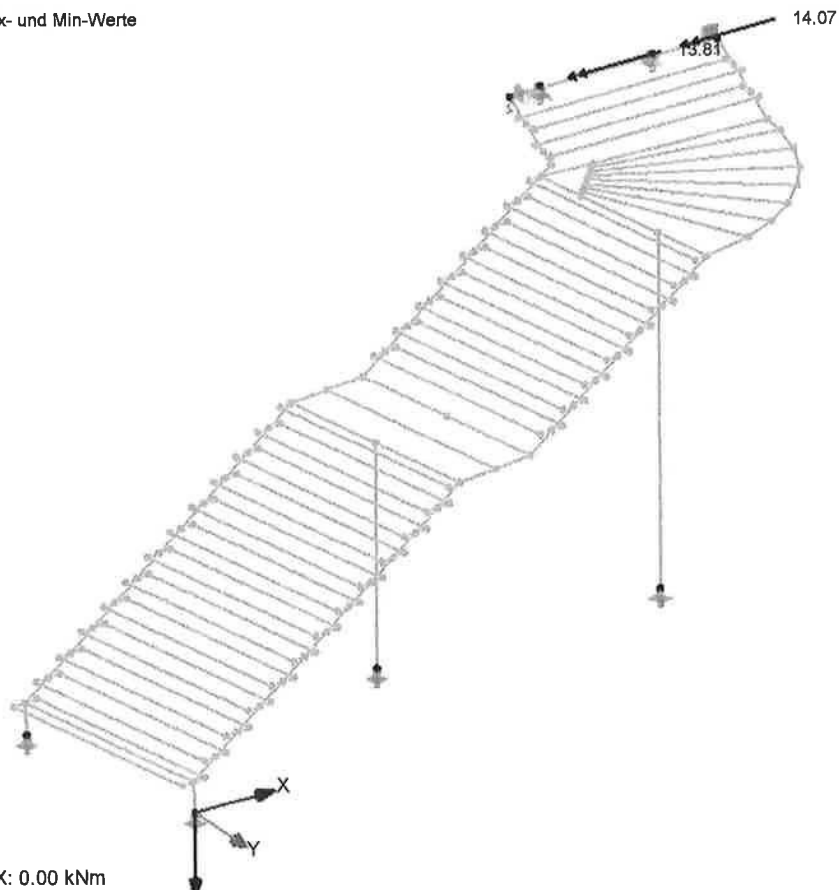
Isometrie



Max P-Z: 92.39, Min P-Z: 2.08 kN

EK1 : maßgebend GZT
Lagerreaktionen[kNm]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Max M-X: 14.07, Min M-X: 0.00 kNm

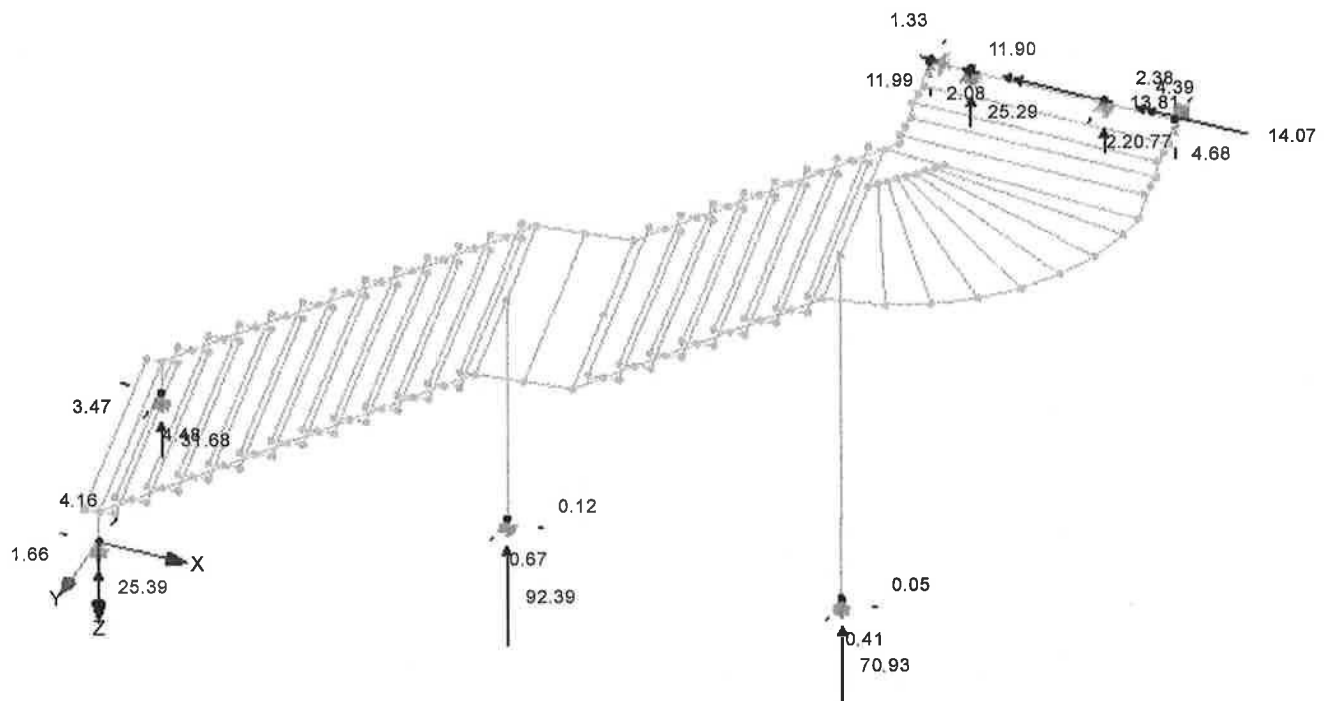
■ ZU 5 ERGEBNISSE, AUFLAGERREAKTIONEN

EK1 : maßgebend GZT

Isometrie

Lagerreaktionen[kN], [kNm]

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

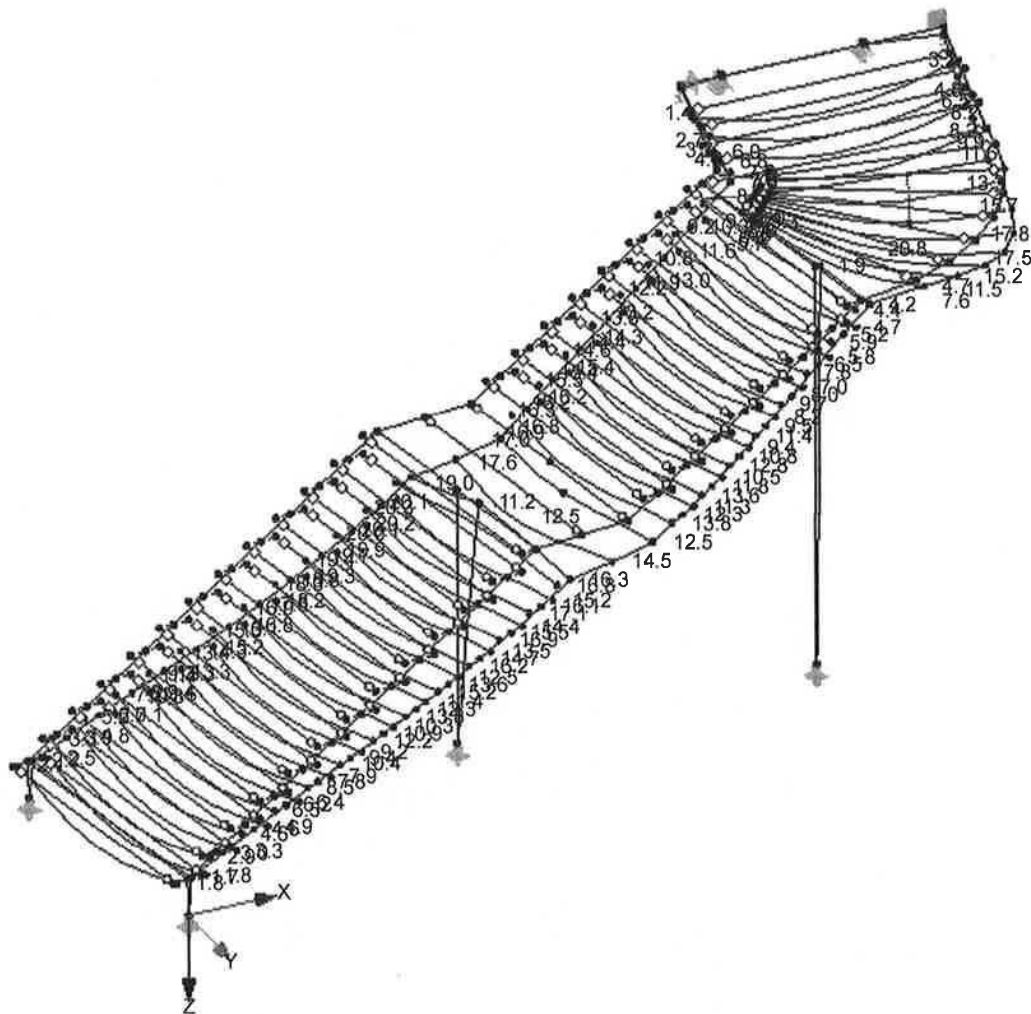


Max P-X: 11.90, Min P-X: -11.99 kN
Max P-Y: 4.48, Min P-Y: -4.16 kN
Max P-Z: 92.39, Min P-Z: 2.08 kN
Max M-X: 14.07, Min M-X: 0.00 kNm
Max M-Y: 0.00, Min M-Y: 0.00 kNm
Max M-Z: 0.00, Min M-Z: 0.00 kNm

■ ZU 5 ERGEBNISSE, GLOBALE VERFORMUNGEN U

EK2 : maßgebend GZG
Globale Verformungen u [mm]
Ergebniskombinationen: Max-Werte

Isometrie

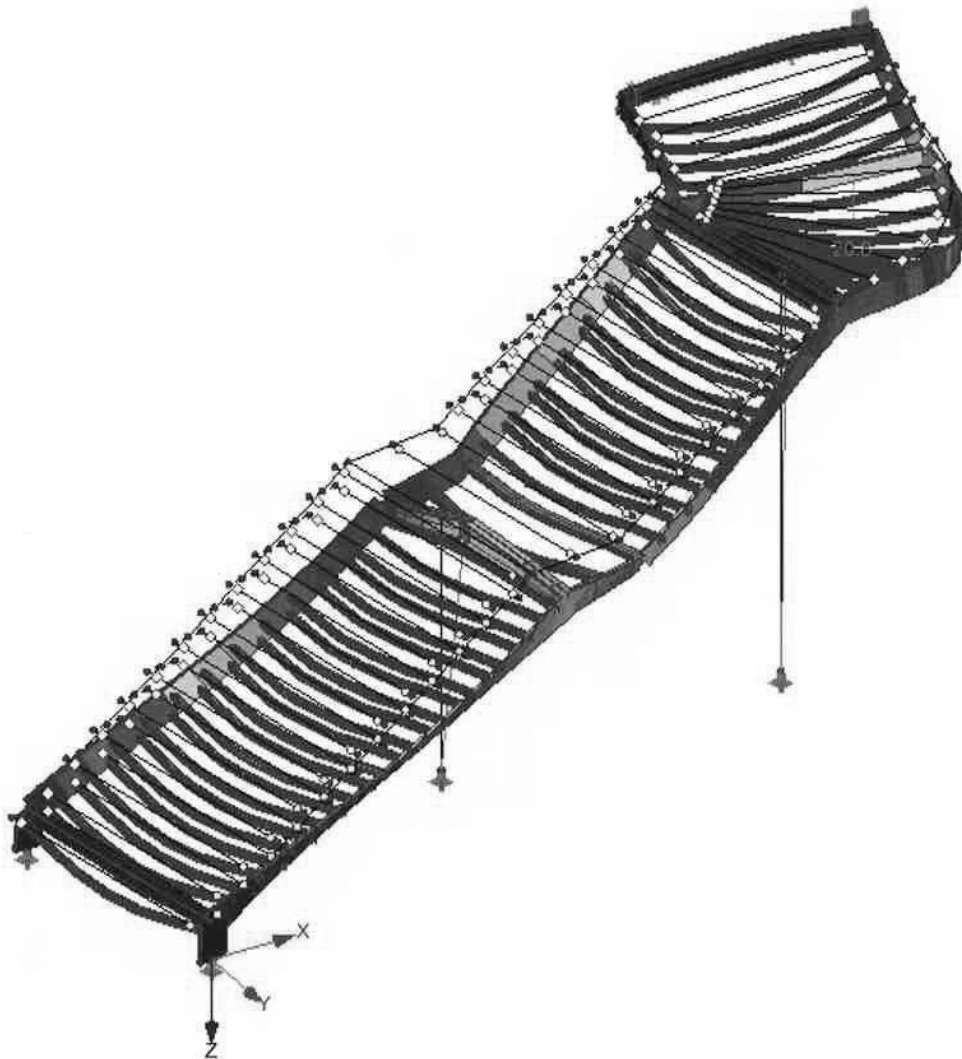


Max u: 20.8, Min u: 0.0 [mm]
Faktor für Verformungen: 23.50

■ ZU 5 ERGEBNISSE, GLOBALE VERFORMUNGEN U

EK2 : maßgebend GZG
Globale Verformungen u [mm]
Ergebniskombinationen: Max-Werte

Isometrie



Max u: 20.8, Min u: 0.0 [mm]
Faktor für Verformungen: 23.50

6 zusätzliche Nachweise

Pos. 0.03.1 Tragprofile Stufen

2x QRo 50x4 (Längsseiten), FI 50x8 (Querseiten),
 Rahmen, Profile miteinander verschweißt

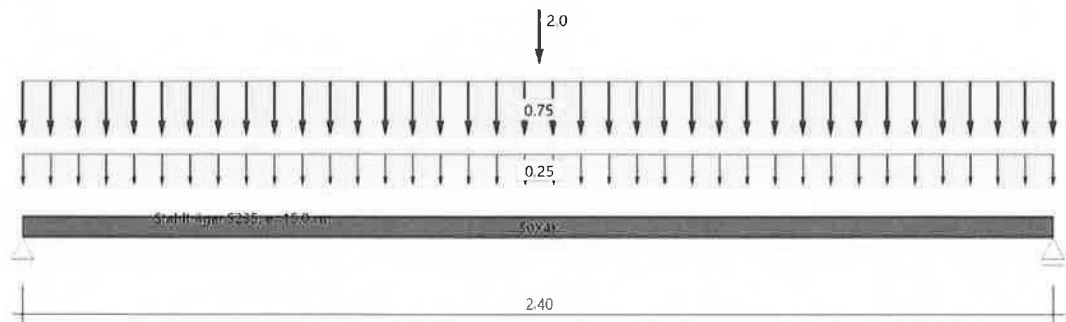
- Nachweis QRo 50x4 mit mittiger Einzellast $Q=2,0$ kN

Grundparameter

Stahlträger ($e = 15.0$ cm), DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$E_k =$	210000	N/mm ²	$G_k =$	80769	N/mm ²
$\gamma =$	78.50	kN/m ³	$\mu =$	0.30	
			$\beta_w =$	0.80	
$t \leq$	40	mm	$f_{yk} =$	235.00	N/mm ²
$t \leq$	40	mm	$f_{uk} =$	360.00	N/mm ²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
50X4K	24	24	9	9	6.9
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.40	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	1.20	2.0 kN	Kat. C		1
Bezug	Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast						
A [m]	Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger						
EG	Lastenwirkung						
Zus	Zusammengehörigkeitsgruppe						
Alt	Alternativgruppe						

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
----	-------------

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	2	GL		2.40		0.25		Nein	ständig		
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	Lastenwirkung										
Zus	Zusammengehörigkeitsgruppe										
Alt	Alternativgruppe										

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
----	-------------

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m²]	W2 [kN/m²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	GL		2.40		5.00		Ja	Kat. C		1
Der Systembezug einer gleichzeitig feldweise und alternativen Last bleibt erhalten!											
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	Lastenwirkung										
Zus	Zusammengehörigkeitsgruppe										
Alt	Alternativgruppe										

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
3	Breite 0,15 m
Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand $e = 0.15$ m multipliziert.	

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 13 kg mit $\gamma = 78.50$ kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{f,inf}$	$\gamma_{f,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_f ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm left/ 150
	$\delta_{lim} =$	Felder left/ 200

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{\alpha s}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.76	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			1.18!
1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.				

Tragsicherheit - Lastkombination ständlg/vorübergehend
Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	QkI	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	2.0	0.05	0.00	0.00	0.05	1
	1.20	1	1.5	0.04	2.10	0.76	0.76	1
	1.20	1	-1.5	0.04	2.10	0.76	0.76	1
	2.40	1	-2.0	0.05	0.00	0.00	0.05	1

nur informativ:

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{Cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.20	0.0	1.4	1.4	0.28	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/200$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.20	2.40	0.00	2.40	0.3	1.4	1.2	1.18	3

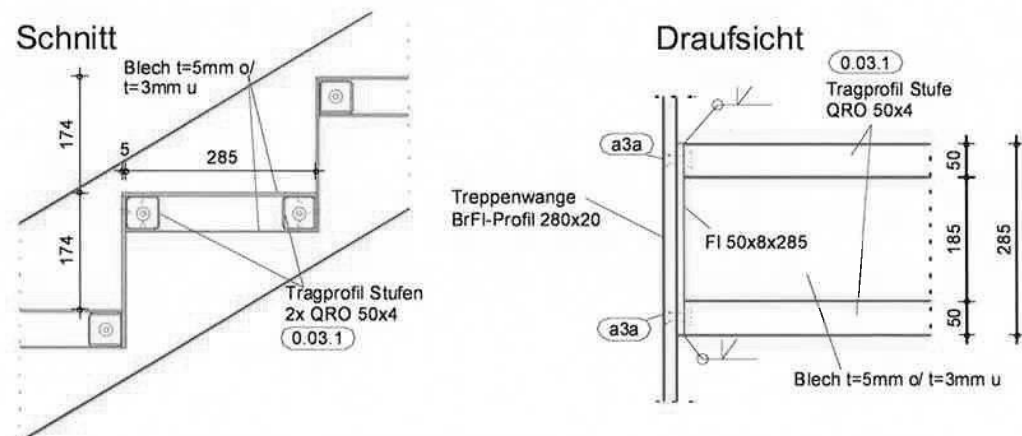
Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	0.4	0.4 1.0		
2	2.40	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.4	0.4 1.0		

Anschlüsse

Geometrie:



Verschraubung der Stufenrostrahmen mit 2x Hohlraumverbinder,
 z.B. Hollo Bolt Flush Fit M12
 - bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

Pos. 0.03.2 Tragprofile Podest

RRo 100x50x4, liegend, Stirnplatten Fl 8mm, bündig angeschweißt

extremale Schnittgrößen aus EK1, Stab 108,114

$N_d =$	4,98 kN
$V_{y,d} =$	4,27 kN
$M_{z,d} =$	-2,80 kNm

Verschraubung mit Wangenprofilen, 2x Hohlraumverbinder,
z.B. Hollo Bolt Flush Fit M12

- bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

Pos. 0.03.3 Querprofil Treppenpußpunkt

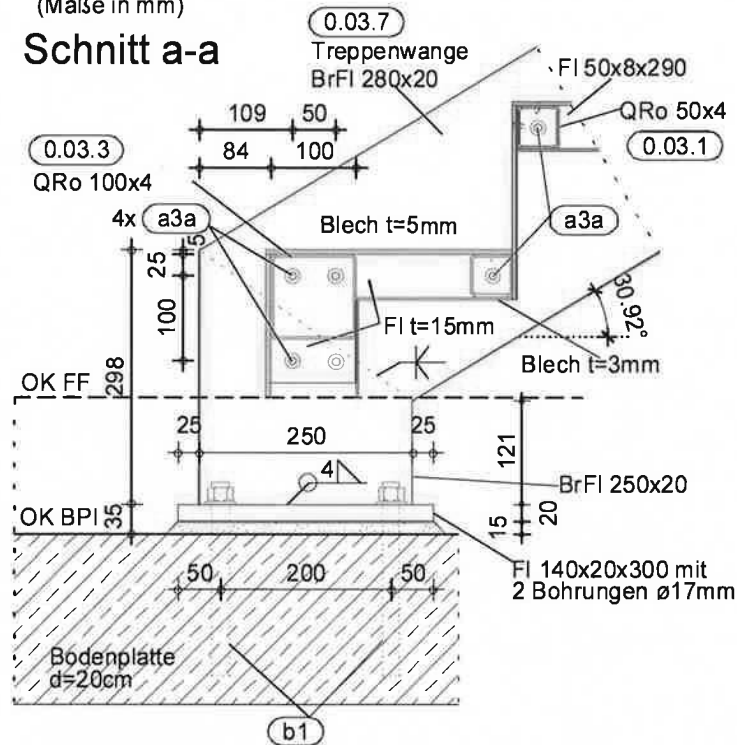
QRo 100x4, Stirnplatten FI 15mm,
 Verschraubung mit Wangenprofilen, 4x Hohlraumverbinder,
 z.B. Hollo Bolt Flush Fit M12.

Geometrie:

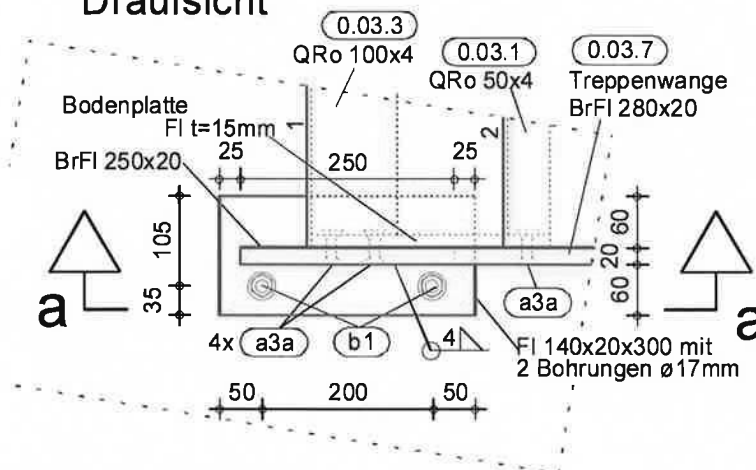
(Geländerkonstruktion hier nicht dargestellt)

(Maße in mm)

Schnitt a-a



Draufsicht



extremale Schnittgrößen aus EK1, Stab 6

$N_{d,}$	4,05 kN
$V_{y,d,}$	0,82 kN
$V_{z,d,}$	2,16 kN
$M_{y,d,}$	-3,23 kNm
$M_{z,d,}$	-1,90 kNm
$M_{T,d,}$	1,75 kNm

Hollo-Bolt, gewählt: M12 Flush Fit, St.A-1.1.2

Bolzen $\varnothing$ d = 19,8 mm
 Loch $\varnothing$ d₀ = 20,0 mm

System:

Anschlussplatte t_{Fl} = 12,0 mm
 Wange t_{Wa} = 20,0 mm
 Randband in KR e₁ = 25,0 mm
 Schraubenabstand in KR p₁ = 125,0 mm
 Schraubenabstand $\perp$ KR p₂ = 50,0 mm
 Randabstand $\perp$ KR e₂ = 25,0 mm

Material: S235

f_y = 235,00 N/mm²
 f_u = 360,00 N/mm²
 Hülse Hohlraumverbinder
 f_{u,b} = 430,00 N/mm²

Teilsicherheitsbeiwerte

γ_{M0} = 1,00
 γ_{M2} = 1,25

Prüfung der Rand- und Lochabstände:

kleinste Abstände:

1,2 * d₀ / e₁ = 0,96 ≤ 1
 1,2 * d₀ / e₂ = 0,96 ≤ 1
 2,2 * d₀ / p₁ = 0,35 ≤ 1

größte Abstände:

t = MIN(t_{Fl}, t_{Wa}) = 12,0 mm
 p_{max} = MIN(14*t, 200) = 168,0 mm
 p₁ / p_{max} = 0,74 ≤ 1

Kraft je Verbindungsmittel:

Anzahl der Verbindungen

Anzahl Reihen n_R = 2
 je Reihe n = 2
 gesamt n₁ = n_R * n = 4

Abscheren aus V_y, V_z, M_T für äußere Schrauben

F_{A,Ed} = $\frac{ABS(\sqrt{V_{y,d}^2 + V_{z,d}^2})/n_1 + M_{T,d}/(0,1 \cdot n)}{1} = 9,33 \text{ kN}$

Zugkraft, aus N, My, M

$$F_{t,Ed} = N_d/n_1 + ABS(M_{y,d})/(0,1*n_R) + ABS(M_{z,d})/(0,05*n) = 36,2 \text{ kN}$$

Lochleibung:

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3*d_0}; \frac{p_1}{3*d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{u,b}}{f_u}; 1,0\right) = 0,42$$

$$k_1 = \min\left(2,8*\frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4*\frac{p_1}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 1,80$$

$$F_{b,Rd} = k_1 * \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} / 1000 = 51,73 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{A,Ed}}{F_{b,Rd}} = \underline{\underline{0,18 < 1}}$$

Abscheren:

$$F_{v,Rd} = 56,80 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}} = \underline{\underline{0,16 < 1}}$$

Zug:

$$F_{t,Rd} = 36,60 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = \underline{\underline{0,99 < 1}}$$

Zug + Abscheren:

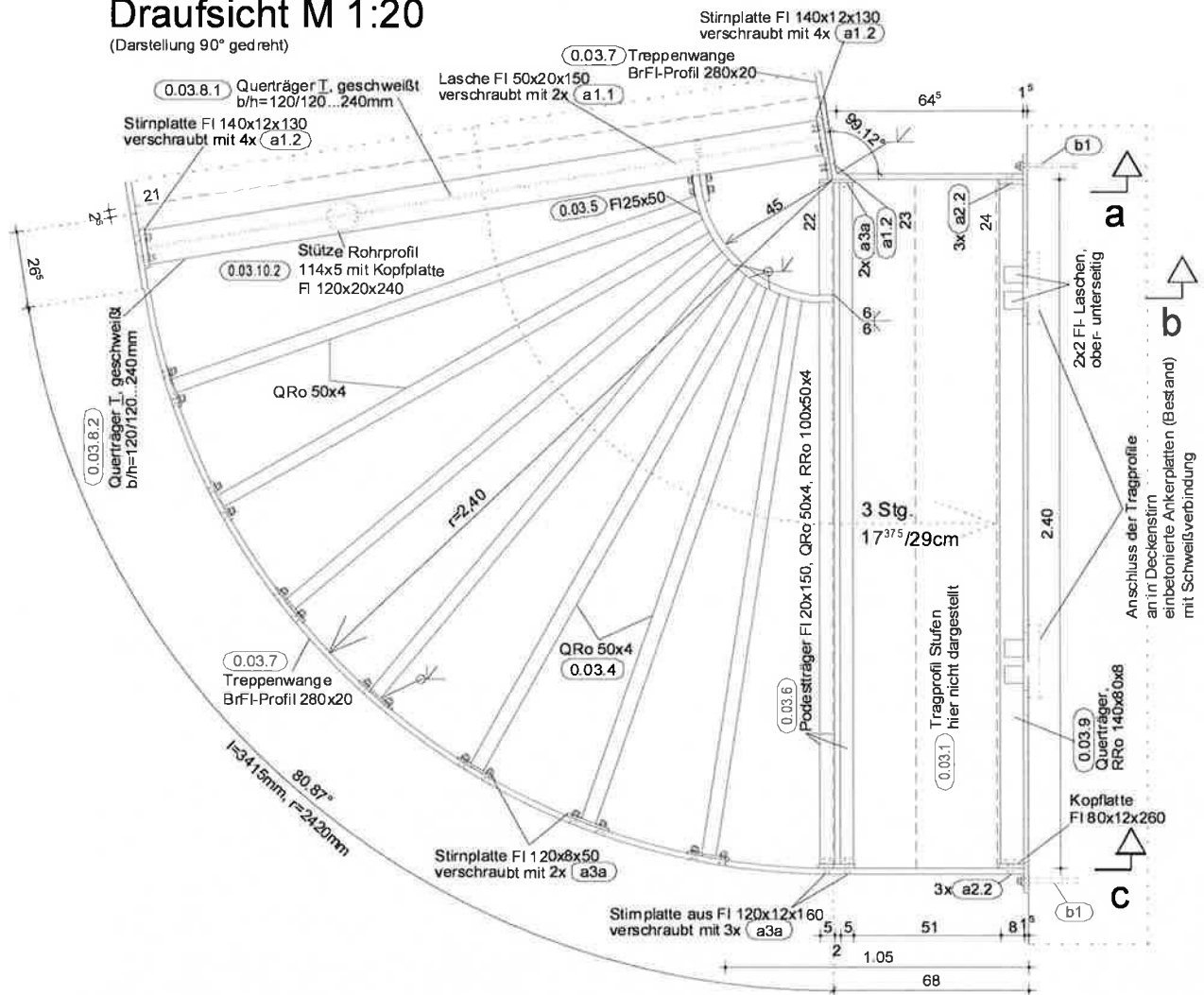
$$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4*F_{t,Rd}} = \underline{\underline{0,87 < 1}}$$

**Pos. 0.03.4 Tragprofile oberes Podest, QRo 50x4
 Stäbe 197,200,201,203,205,210,212**

Geometrie:

Draufsicht M 1:20

(Darstellung 90° gedreht)



extremale Schnittgrößen am Anschluss, aus EK1

$N_d =$	-31,89 kN
$V_{y,d} =$	-24,53 kN
$V_{z,d} =$	5,52 kN
$M_{y,d} =$	-2,06 kNm
$M_{z,d} =$	29,00 kNm
$M_{T,d} =$	4,47 kNm

Anschlüsse

an Wange: amit angeschweißten Stirnplatten FI 120x50x10,
 verschraubt mit je 2x Hohlraumverbindern, z.B. Hollo Bolt Flush Fit M12

an Tragprofil FI 25x50: mit FI 25x50: V- Naht umlaufend (4mm)

- bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

Pos. 0.03.5 Tragprofil oberes Podest

FI 25x50, stehend

Stäbe 173,184,186,190,193,194,195,198

extremale Schnittgrößen am Anschluss aus EK1

$$V_{y,d} = 6,99 \text{ kN}$$

Anschlüsse

- an Podestträger FI 20x150/ RRo 100x50x4/ QRo50x4: mit DHY- Naht (2x6mm)

Nachweis mit DHY- Naht

Materialkennwerte:

$$f_y = 23,50 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_u = 36,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{u,b} = 80,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$a_w = 2 \cdot 0,6 = 1,20 \text{ cm}$$

$$\text{Nahtlänge } l_w = 5,00 \text{ cm}$$

$$A_w = a_w \cdot l_w = 6,00 \text{ cm}^2$$

$$\beta_w = 0,80$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 20,78 \text{ kN/cm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a_w = 24,94 \text{ kN/cm}$$

Kraftresultierende auf der Schweißnaht:

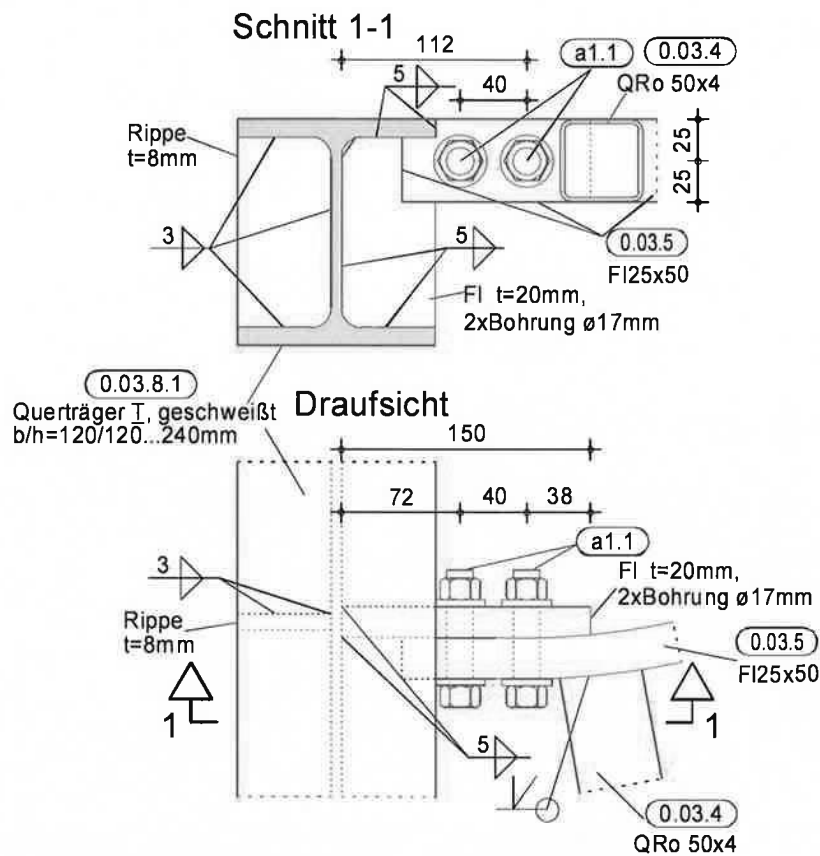
$$V_{II,Ed} = V_{y,d} / l_w = 1,40 \text{ kN/cm}$$

Nachweis:

$$V_{II,Ed} / F_{w,Rd} = \underline{\underline{0,06 < 1}}$$

- an Wangenträger : mit Schraubverbindung an angeschweißte Lasche DHY- Naht (2x6mm)

Geometrie:



Schnittgrößen: siehe Anlage H1, Stab 173, EK1

$$V_{Ed} = V_{y,d} = 6,99 \text{ kN}$$

Schrauben, gewählt: 2x M16 - 8.8

Bolzen $\varnothing d_s = 16,00 \text{ mm}$

Loch $\varnothing d_L = 17,00 \text{ mm}$

Anzahl der Schrauben, $n = 2$

Materialkennwerte:

$f_y = 23,50 \text{ kN/cm}^2$

$f_u = 36,00 \text{ kN/cm}^2$

$f_{u,b} = 80,00 \text{ kN/cm}^2$

$\gamma_{M0} = 1,00$

$\gamma_{M2} = 1,25$

Schweißnaht Lasche - Randträger:

Nachweis mit beidseitig Kehlnaht

$$a_w = 2 * 0,5 = 1,00 \text{ cm}$$

zum Nachweis angesetzt

$$\text{Nahtlänge } l_w = 3,00 \text{ cm}$$

$$A_w = a_w * l_w = 3,00 \text{ cm}^2$$

$$\beta_w = 0,80$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = 20,78 \text{ kN/cm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} * a_w = 20,78 \text{ kN/cm}$$

Kraftresultierende auf der Schweißnaht:

$$V_{II,Ed} = V_{Ed} / l_w = 2,33 \text{ kN/cm}$$

Nachweis:

$$V_{II,Ed} / F_{w,Rd} = \underline{\underline{0,11 < 1}}$$

Nachweis der Lasche am verschwächten Querschnitt

aus FI 50x20x150:

$$d_L = 1,70 \text{ cm}$$

$$t = 1,50 \text{ cm}$$

Höhe an der Verschraubung

$$h = 5,00 \text{ cm}$$

$$W_y = t * (h^3 - d_L^3) / (6 * h) = 6,00 \text{ cm}^3$$

Zusatzmoment aus Querkraft, Hebelarm bis Mitte äußeres Loch

Stegdicke Wangenträger,

$$\text{aus HEB120, } t_w = 0,70 \text{ cm}$$

$$e_{Vd1} = (6,7 + t_w/2) = 7,05 \text{ cm}$$

$$A_{net} = (h - d_L) * t = 4,95 \text{ cm}^2$$

$$W_{eff,min} = t * (h^3 - d_L^3) / (6 * h) = 6,00 \text{ cm}^3$$

$$M_{Ed,1} = V_{Ed} * e_{Vd1} = 49,28 \text{ kNcm}$$

Beanspruchbarkeiten:

- Zuordnung Querschnittsklasse 4

$$V_{c,Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} * A_{net} = 67,16 \text{ kN}$$

$$M_{y,c,Rd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} * W_{eff,min} = 141,00 \text{ kNcm}$$

Nachweis Querkraftbeanspruchung:

$$\frac{|V_{Ed}|}{V_{c,Rd}} = \underline{\underline{0,10 < 1}}$$

Nachweis Biegebeanspruchung:

$$\frac{M_{Ed,1}}{M_{y,c,Rd}} = \underline{\underline{0,35 < 1}}$$

Nachweis der Schrauben:

Beanspruchung aus N, V, M je Schraube:

Zusatzmoment M_{Ed} aus Querkraft, Hebelarm bis Mitte Schrauben

$$e_{Vd2} = 6,7 + 4,0 + t_w/2 = 11,05 \text{ cm}$$

$$M_{Ed,2} = V_{Ed} * e_{Vd2} = 77,24 \text{ kNcm}$$

$$\text{Abstand zw. den Schrauben } e_s = 4,00 \text{ cm}$$

$$F_{Ed} = \frac{ABS(V_{Ed})}{2} + \frac{M_{Ed,2}}{e_s} = 22,80 \text{ kN}$$

Lochabstände:

$$\text{Horizontal } p_1 = 40,00 \text{ mm}$$

$$\text{Rand vertikal } e_2 = 25,00 \text{ mm}$$

$$\text{Rand horiz. } e_1 = 25,00 \text{ mm}$$

Prüfung der Rand- und Lochabstände:

$$\text{Loch } \varnothing d_L = 17,00 \text{ mm}$$

$$\text{Lasche } t_1 = 15,00 \text{ mm}$$

$$\text{HEA100+Verstärkung } t_2 = 5+6 = 11,00 \text{ mm}$$

kleinste Abstände:

$$1,2 * d_L / e_2 = \underline{0,82 \leq 1}$$

$$1,2 * d_L / e_1 = \underline{0,82 \leq 1}$$

$$2,2 * d_L / p_1 = \underline{0,94 \leq 1}$$

größte Abstände:

$$t_{\min} = \min(t_1; t_2) = 11,00 \text{ mm}$$

$$e_{\max} = 4 * t_{\min} + 40 = 84,00 \text{ mm}$$

$$p_{\max} = \min(14 * t_{\min}; 200) = 154,00 \text{ mm}$$

$$e_2 / e_{\max} = \underline{0,30 \leq 1}$$

$$e_1 / e_{\max} = \underline{0,30 \leq 1}$$

$$p_1 / p_{\max} = \underline{0,26 \leq 1}$$

Lochleibung

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 * d_L}, \frac{f_{u,b}}{f_u}; 1\right) = 0,49$$

$$k_1 = \min\left(2,8 * \frac{e_2}{d_L} - 1,7; 1,4 * \frac{p_1}{d_L} - 1,7; 2,5\right) = 1,59$$

$$F_{b,Rd} = k_1 * \alpha * d_L * t_{\min} * \frac{f_u}{\gamma_{M2}} * 10^{-2} = 41,96 \text{ kN}$$

Nachweis:

$$\frac{F_{Ed}}{F_{b,Rd}} = \underline{0,54 < 1}$$

Abscheren

$$\begin{aligned} \text{Schrauben-Scherebenen } n_s &= 1 \\ \text{Schaftquerschnittsfläche } A &= 2,01 \text{ cm}^2 \\ \alpha_v &= 0,6 \end{aligned}$$

$$F_{v,Rd} = n_s * \alpha_v * A * f_{u,b} / \gamma_{M2} = 77,18 \text{ kN}$$

Nachweis:

$$\frac{F_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \underline{0,30 < 1}$$

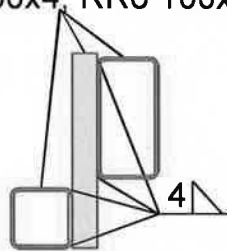
Pos. 0.03.6 Tragprofil FI 150x20, QRo 50x4, RRo 100x50x4

Stab 188, 213

Geometrie: Querschnitt

0.03.6

Podestträger FI 20x150,
QRo 50x4, RRo 100x50x4



**extremale Schnittgrößen aus EK1, Stab 188,213
am Anschluss Wangen**

$$V_{y,d} = -6,54 \text{ kN}$$

Anschlüsse an Treppenwangen

- äußere Wange: mit 3x Hollo-Bolt, M12 Flush Fit
- innere Wange: 2x Hollo-Bolt, M12 Flush Fit, 1x M16 Fkl. 8.8

bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

Pos. 0.03.7 Wangenprofile BrFI 280x20

- vertikaler Abschnitt am Treppenantritt BrFI 250x20
- horizontaler Abschnitt am Treppenaustritt BrFI 300x20

Stab

2,5,12,13,16,21,24,29,32,37,40,45,48,53,56,61,64,69,72,77,80,85,88,93,96,103,104,107,109,
 111,112,117,119,124,127,132,135,140,143,148,151,156,159,164,167,172,174,175,178,181,
 185,199,202,211,214,216,218-221,224,227

Wangen aus abschnittsweise verschweißten Profilen, äußere Wange im Bereich
 oberes Podest im Radius $r=2,4m$

Anschlüsse

- Wangenaufleger auf Bodenplatte

Geometrie: siehe Pos. 0.03.2

extremale Schnittgrößen aus EK1, Stab 2,12 / Knoten 3,9

$P_{x,d} =$		3,47 kN
$P_{y,d} =$	4,48 kN	
$P_{z,d} =$	31,68 kN	

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 200 8.8, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8 150 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-20/0603, Option 1, Erteilungsdatum 13.11.2020

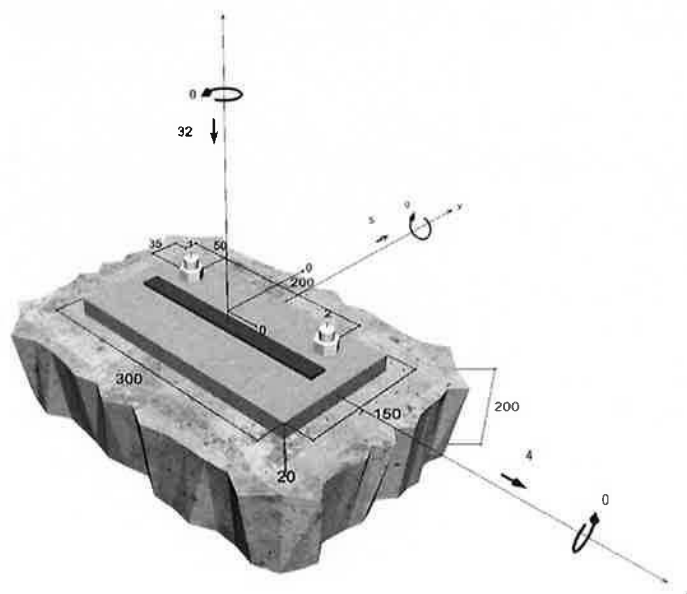


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN1992-4:2018 Verbundanker
Verankerungsgrund	C25/30, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Temperaturbereich	24 °C Langzeittemperatur, 40 °C Kurzzeittemperatur
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	300 mm x 150 mm x 20 mm
Profiltyp	Flachstahl (250 x 20 (S 235))

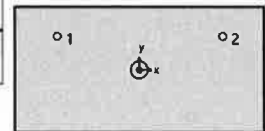
Bemessungslasten *)

#	N _{Ed} kN	V _{Ed,x} kN	V _{Ed,y} kN	M _{Ed,x} kNm	M _{Ed,y} kNm	M _{T,Ed} kNm	Belastungsart
1	-32,00	4,00	5,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	0,00	2,62	2,00	1,70
2	0,00	3,86	2,00	3,30



Max. Betonstauchung : 0,02 ‰
Max. Betondruckspannung : 0,7 N/mm²
Resultierende Zugkraft : 0,00 kN, X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft : 32,00 kN, X/Y Position (0 / 0)

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β _v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	3,86	50,40	7,7
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	6,40	83,87	7,6

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_T \cdot V_{Rk,s}^0 = 1,00 \cdot 63,00 \text{ kN} = 63,00 \text{ kN}$$

GI (7.35)
(7.36)

V _{Rk,s} kN	γ _{Ms}	V _{Rd,s} kN	V _{Ed} kN	β _{vs} %
63,00	1,25	50,40	3,86	7,7

Anker-Nr.	β _{vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	5,2	1	β _{vs,1}
2	7,7	2	β _{vs,2}

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k_s \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 62,90 \text{ kN} = 125,80 \text{ kN} \quad \text{Gl. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np} \quad \text{Gl. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p} = 47,50 \text{ kN} \cdot \frac{278.369 \text{ mm}^2}{190.969 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,060 \cdot 0,857 \cdot 1,000 = 62,90 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1,00 \cdot \pi \cdot 16 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mm} \cdot 6,3 \text{ N/mm}^2 = 47,50 \text{ kN} \quad \text{Gl. (7.14)}$$

$$\Psi_{sus} = 1,00 \quad \text{Gl. (7.14a)}$$

$$\alpha_{sus} = 0,00 \leq \Psi_{sus}^0 = 0,76$$

$$s_{cr,Np} = \min \left(7,3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr} \right)^{0,5} ; 3 \cdot h_{ef} \right) \quad \text{Gl. (7.15)}$$

$$\Psi_{s,Np} = \min \left(1 ; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \right) = \min \left(1 ; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{219 \text{ mm}} \right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.20)}$$

$$\Psi_{g,Np} = \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot (\Psi_{g,Np}^0 - 1) \quad \text{Gl. (7.17)}$$

$$\Psi_{g,Np} = 1,186 - \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{437 \text{ mm}}} \cdot (1,186 - 1) = 1,060 \geq 1$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5} \quad \text{Gl. (7.18)}$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \sqrt{2} - (\sqrt{2} - 1) \cdot \left(\frac{6,3 \text{ N/mm}^2}{9,4 \text{ N/mm}^2} \right)^{1,5} = 1,186 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{7,7}{3,14 \cdot 16 \text{ mm}} \sqrt{150 \text{ mm} \cdot 25,0 \text{ N/mm}^2} = 9,4 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Gl. (7.19)}$$

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2c_u}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 0,918 \cdot 0,933 = 0,857 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.21)}$$

$$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 20 \text{ mm}}{437 \text{ mm}}} = 0,918 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 16 \text{ mm}}{437 \text{ mm}}} = 0,933 \leq 1$$

$$\Psi_{re,Np} = 1,000 \quad \text{Gl. (7.5)}$$

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
125,80	1,50	83,87	6,40	7,6

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	7,6	1	$\beta_{V,cp;1}$

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

$$\beta_V = \beta_{V;2} = 0,08 \leq 1$$



Nachweis erfolgreich

Ankerplattendicke

Spannungsverteilung innerhalb der Ankerplatte



Ankerplattendetails

Ankerplattendicke (FE-Berechnung)
 Material der Ankerplatte
 E-Modul
 Streckgrenze
 Sicherheitsfaktor
 Querdehnzahl
 Ausnutzung

$t = 20 \text{ mm}$
 $S 235 (St 37)$
 $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
 $R_{p0,2} = 235 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_M = 1,0$
 $\nu = 0,3$
 $\eta = 7 \%$

Profiltyp

Flachstahl (250 x 20 (S 235))

Angaben zur Montage

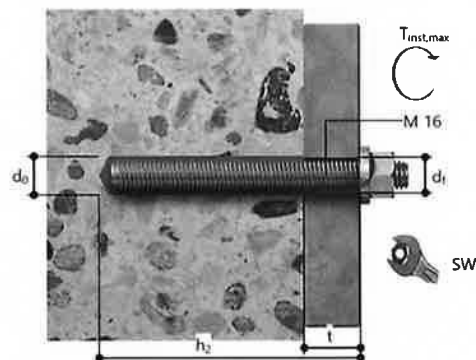
Anker

Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus	
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S (auch in weiteren Kartuschengrößen verfügbar)	Art.-Nr. 558745
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 200 8.8, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8	Art.-Nr. 517939
Zubehör	FIS MR Plus	Art.-Nr. 545853
	FIS Verlängerungsschlauch 9 mm	Art.-Nr. 48983
	FIS DM S Pro	Art.-Nr. 563337
	Druckluft-Reinigungsgerät	Art.-Nr. 93286
	Ölfreie Druckluft, min. 6 bar	keine Lagerware
	Bürste für Bohr-Ø 18 mm	Art.-Nr. 1493
	SDS Bürsten Aufnahme M8	Art.-Nr. 530332
	Quattric II 18/200/250	Art.-Nr. 549956
	oder alternativ	
	FHD 18/320/450	Art.-Nr. 546600
	Hammerbohren mit oder ohne Absaugung	
Alternative Kartuschen	FIS VW Plus 360 S	Art.-Nr. 558759
	FIS V Plus 410 C	Art.-Nr. 558780
	FIS V Plus 825 S	Art.-Nr. 567511
	Die dargestellten Kartuschen können alternativ zu den hervorgehobenen Kartuschen mit der gleichen Zulassungsnummer verwendet werden.	



Montagedetails

Gewindegröße	M 16
Bohrlochdurchmesser	$d_0 = 18 \text{ mm}$
Bohrlochtiefe	$h_2 = 170 \text{ mm}$
Rechnerische Verankerungstiefe	$h_{ef} = 150 \text{ mm}$
Einbautiefe	$h_{nom} = 150 \text{ mm}$
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	4 x ausblasen, 4 x bürsten, 4 x ausblasen
	Reinigung des Bohrloches ist nicht notwendig bei Verwendung eines Hohlbohrers, z.B. fischer FHD
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Maximales Anzugsmoment	$T_{inst,max} = 60,0 \text{ Nm}$
Schlüsselweite SW	24 mm
Ankerplattendicke	$t = 20 \text{ mm}$
Gesamte Befestigungsdicke	$t_{fix} = 20 \text{ mm}$
$T_{fix,max}$	
Mörtelvolumen je Bohrloch	20 ml/10 Skalenteile



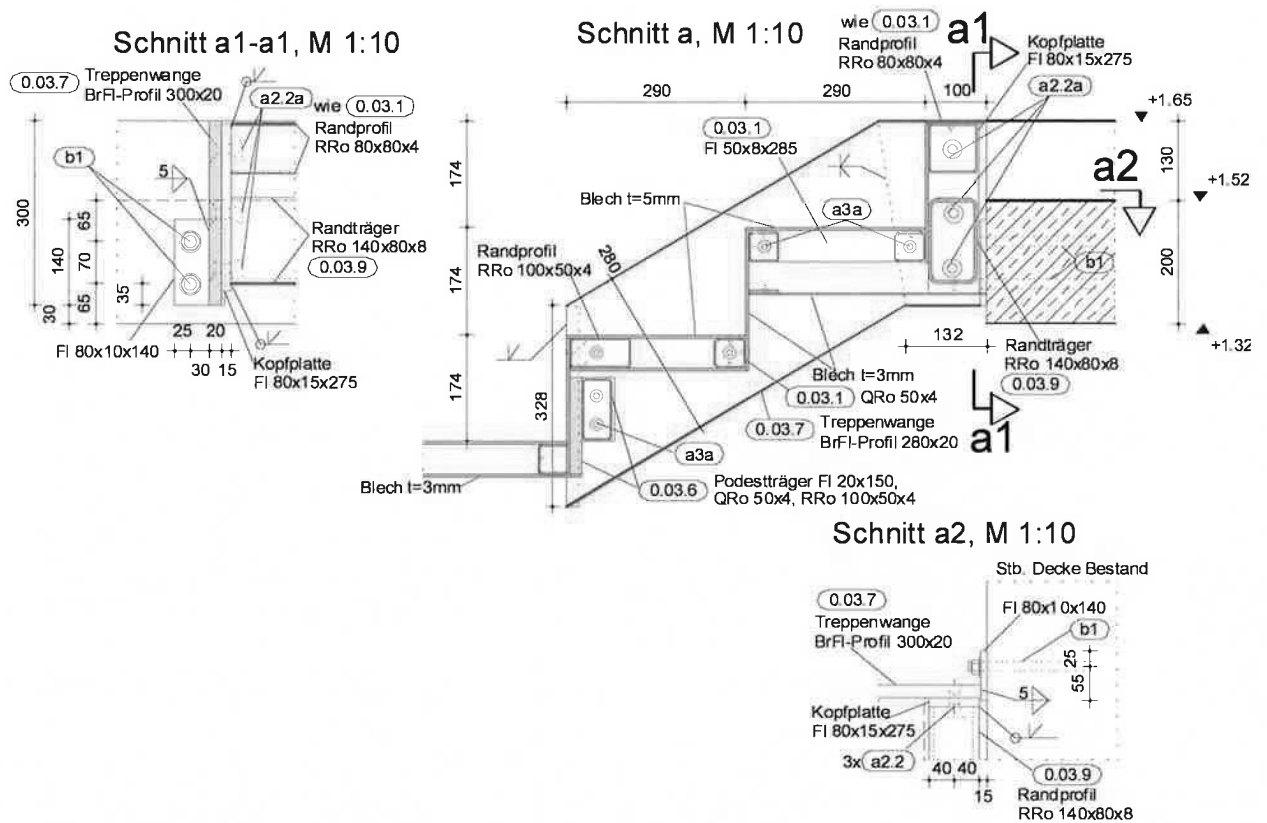
- Anschluss an Wangenträger, siehe Pos. 0.03.8.1, 0.03.8.2

- Wangenanschluss in Deckenebene (*Deckenstirn*)

Verbindung über angeschweißte Stirnplatte, 2x Verbundanker M16

Verbindung mit Randträger siehe Pos. 0.03.9

Geometrie:



maßgebende Schnittgrößen aus EK1, Knoten 131, 163

$P_{x,d} =$		11,90 kN
zug. $P_{y,d} =$	1,33 kN	
zug. $P_{z,d} =$	2,08 kN	

Bemessungsgrundlagen

Anker

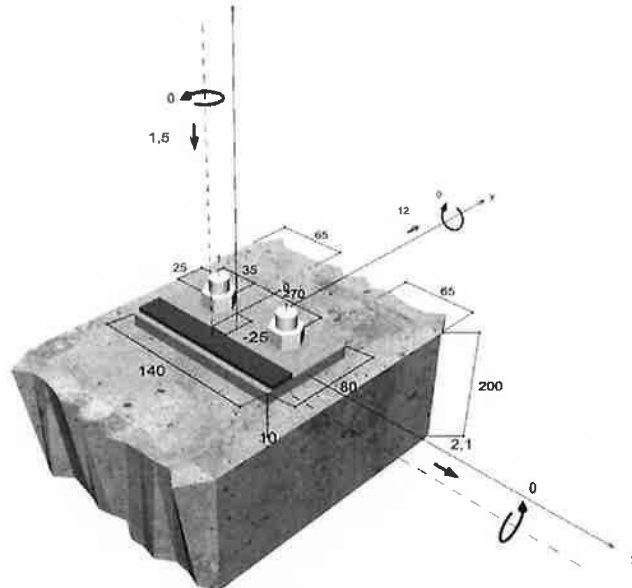
Ankersystem
 Injektionsmörtel
 Befestigungselement

Rechnerische
 Verankerungstiefe
 Bemessungsdaten

fischer Injektionssystem FIS V Plus
 FIS V Plus 360 S
 Ankerstange FIS A M 16 x 200 8.8,
 galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8
 150 mm

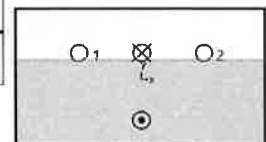
Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer
 Bewertung ETA-20/0603, Option 1,
 Erteilungsdatum 13.11.2020





#	N _{Ed} kN	V _{Ed,x} kN	V _{Ed,y} kN	M _{Ed,x} kNm	M _{Ed,y} kNm	M _{T,Ed} kNm	Belastungsart
1	-1,50	2,10	12,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	0,04	4,91	1,05	4,80
2	0,04	7,28	1,05	7,20



0,01 %
0,4 N/mm²
0,08 kN , X/Y Position (0 / 15)
1,58 kN , X/Y Position (0 / -23)

Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	0,04	84,00	0,0
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	0,08	11,96	0,7
Betonausbruch	0,08	14,75	0,5

Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$



$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
128,00	1,50	84,00	0,04	0,0

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	0,0	1	$\beta_{N,s;1}$
2	0,0	2	$\beta_{N,s;2}$

Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{rc,Np} \quad \text{Gl. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p} = 45,24 \text{ kN} \cdot \frac{87.400 \text{ mm}^2}{190.969 \text{ mm}^2} \cdot 0,789 \cdot 1,098 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 17,95 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1,00 \cdot \pi \cdot 16 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mm} \cdot 6,0 \text{ N/mm}^2 = 45,24 \text{ kN} \quad \text{Gl. (7.14)}$$

$$\Psi_{sus} = 1,00 \quad \text{Gl. (7.14a)}$$

$$\alpha_{sus} = 0,00 \leq \Psi_{sus}^0 = 0,76$$

$$s_{cr,Np} = \min \left(7,3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr} \right)^{0,5} ; 3 \cdot h_{ef} \right) \quad \text{Gl. (7.15)}$$

$$s_{cr,Np} = \min \left(7,3 \cdot 16 \text{ mm} \cdot \left(1,00 \cdot 14,0 \text{ N/mm}^2 \right)^{0,5} ; 3 \cdot 150 \text{ mm} \right) = 437 \text{ mm}$$

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} = \frac{437 \text{ mm}}{2} = 219 \text{ mm} \quad \text{Gl. (7.16)}$$

$$\Psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{65 \text{ mm}}{219 \text{ mm}} = 0,789 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.20)}$$

$$\Psi_{g,Np} = \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi_{g,Np}^0 - 1 \right) = 1,164 - \sqrt{\frac{70 \text{ mm}}{437 \text{ mm}}} \cdot (1,164 - 1) = 1,098 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.17)}$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1 \right) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5} \quad \text{Gl. (7.18)}$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \sqrt{2} - \left(\sqrt{2} - 1 \right) \cdot \left(\frac{6,0 \text{ N/mm}^2}{8,4 \text{ N/mm}^2} \right)^{1,5} = 1,164 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ek}} = \frac{7,7}{3,14 \cdot 16 \text{ mm}} \sqrt{150 \text{ mm} \cdot 20,0 \text{ N/mm}^2} = 8,4 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Gl. (7.19)}$$

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2c_u}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.21)}$$

$$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0 \text{ mm}}{437 \text{ mm}}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0 \text{ mm}}{437 \text{ mm}}} = 1,000 \leq 1$$

$$\Psi_{rc,Np} = 1,000 \quad \text{Gl. (7.5)}$$

$N_{Rk,p}$ kN	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
17,95	1,50	11,96	0,08	0,7

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	0,7	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N_{Rk,e}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{rc,N} \cdot \Psi_{cc,N} \cdot \Psi_{M,N} \quad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,e} = 63,26 \text{ kN} \cdot \frac{90.000 \text{ mm}^2}{202.500 \text{ mm}^2} \cdot 0,787 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 22,12 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,e}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,7 \cdot \sqrt{20,0 \text{ N/mm}^2} \cdot (150 \text{ mm})^{1,5} = 63,26 \text{ kN} \quad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{65 \text{ mm}}{225 \text{ mm}} = 0,787 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{rc,N} = 1,000 \quad \text{Gl. (7.5)}$$

$$\Psi_{cc,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot c}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{cc,Nx} \cdot \Psi_{cc,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{cc,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0 \text{ mm}}{150 \text{ mm}}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{cc,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0 \text{ mm}}{150 \text{ mm}}} = 1,000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1,00 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.7)}$$

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
22,12	1,50	14,75	0,08	0,5

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	0,5	1	$\beta_{N,c;1}$

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	7,28	50,40	14,4
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	12,18	23,08	52,8
Betonkantenbruch	7,50	10,63	70,5

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_T \cdot V_{Rk,s}^0 = 1,00 \cdot 63,00 \text{ kN} = 63,00 \text{ kN}$$

Gl. (7.35)
(7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
63,00	1,25	50,40	7,28	14,4

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	9,7	1	$\beta_{Vs;1}$
2	14,4	2	$\beta_{Vs;2}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$

$$V_{Rk,cp} = k_a \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 17,31 kN = 34,62 kN$$

Gl. (7.39c)

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{cc,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$

Gl. (7.13)

$$N_{Rk,p} = 45,24 kN \cdot \frac{87.400 mm^2}{190.969 mm^2} \cdot 0,789 \cdot 1,098 \cdot 0,965 \cdot 1,000 = 17,31 kN$$

$$N_{Rk,p}^0 = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1,00 \cdot \pi \cdot 16 mm \cdot 150 mm \cdot 6,0 N/mm^2 = 45,24 kN$$

Gl. (7.14)

$$\Psi_{sus} = 1,00$$

Gl. (7.14a)

$$\alpha_{sus} = 0,00 \leq \Psi_{sus}^0 = 0,76$$

$$s_{cr,Np} = \min \left(7,3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr} \right)^{0,5} ; 3 \cdot h_{ef} \right)$$

Gl. (7.15)

$$s_{cr,Np} = \min \left(7,3 \cdot 16 mm \cdot \left(1,00 \cdot 14,0 N/mm^2 \right)^{0,5} ; 3 \cdot 150 mm \right) = 437 mm$$

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} = \frac{437 mm}{2} = 219 mm$$

Gl. (7.16)

$$\Psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{65 mm}{219 mm} = 0,789 \leq 1$$

Gl. (7.20)

$$\Psi_{g,Np} = \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi_{g,Np}^0 - 1 \right)$$

Gl. (7.17)

$$\Psi_{g,Np} = 1,164 - \sqrt{\frac{70 mm}{437 mm}} \cdot (1,164 - 1) = 1,098 \geq 1$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5}$$

Gl. (7.18)

$$\Psi_{g,Np}^0 = \sqrt{2} - (\sqrt{2} - 1) \cdot \left(\frac{6,0 N/mm^2}{8,4 N/mm^2} \right)^{1,5} = 1,164 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{7,7}{3,14 \cdot 16 mm} \sqrt{150 mm \cdot 20,0 N/mm^2} = 8,4 N/mm^2$$

Gl. (7.19)

$$\Psi_{cc,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2c_a}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{cc,Npr} \cdot \Psi_{cc,Npy} = 0,970 \cdot 0,995 = 0,965 \leq 1$$

Gl. (7.21)

$$\Psi_{cc,Npr} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 7 mm}{437 mm}} = 0,970 \leq 1 \quad \Psi_{cc,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 1 mm}{437 mm}} = 0,995 \leq 1$$

$$\Psi_{re,Np} = 1,000$$

Gl. (7.5)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{v,cp}$ %
34,62	1,50	23,08	12,18	52,8

Anker-Nr.	$\beta_{v,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	52,8	1	$\beta_{v,cp;1}$

Betonkantenbruch



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,c})$$

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{cc,V} \cdot \Psi_{re,V}$$

Gl. (7.40)

$$V_{Rk,c} = 8,86 kN \cdot \frac{19.013 mm^2}{19.013 mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,800 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 15,95 kN$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_0 \cdot d^\alpha \cdot l_f^j \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$$

Gl. (7.41)

$$V_{Rk,c} = 1,7 \cdot (16mm)^{0,152} \cdot (150mm)^{0,076} \cdot \sqrt{20,0N/mm^2} \cdot (65mm)^{1,5} = 8,86kN$$

$$\alpha_k = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{I_f}{c_1}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{150mm}{65mm}} = 0,152 \quad \beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d}{c_1}\right)^{0,2} = 0,1 \cdot \left(\frac{16mm}{65mm}\right)^{0,2} = 0,076 \quad \text{Gl. (7.42/7.43)}$$

$$\Psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5c_1} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{98mm}{1,5 \cdot 65mm} = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.45)}$$

$$\Psi_{h,V} = \max\left(1; \sqrt{\frac{1,5c_1}{h}}\right) = \max\left(1; \sqrt{\frac{1,5 \cdot 65mm}{200mm}}\right) = 1,000 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.46)}$$

$$\Psi_{\alpha,V} = \frac{1}{\sqrt{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} = \frac{1}{\sqrt{(\cos 73,7)^2 + (0,5 \cdot \sin 73,7)^2}} = 1,800 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.48)}$$

$$\Psi_{cc,V} = \frac{1}{1 + \frac{2c_2}{3c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 98mm}{3 \cdot 65mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.47)}$$

$$\Psi_{re,V} = 1,000$$

$V_{Rk,c}$ kN	Y_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
15,95	1,50	10,63	7,50	70,5

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	21,7	1	$\beta_{V,c;1}$
2	70,5	2	$\beta_{V,c;2}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung β_N %	Querlasten	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen *	0,0	Stahlversagen ohne Habelarm *	14,4
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	0,7	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	52,8
Betonausbruch	0,5	Belonkantenbruch	70,5

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl			Nachweis erfolgreich
$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;1} = 0,00 \leq 1$			
$\beta_{V,s} = \beta_{V,s;2} = 0,14 \leq 1$			
$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;2}^2 + \beta_{V,s;2}^2 = 0,02 \leq 1$			Gl. (7.55)
Ausnutzung Beton			
$\beta_{N,p} = \beta_{N,p;1} = 0,01 \leq 1$			
$\beta_{V,c} = \beta_{V,c;2} = 0,71 \leq 1$			
$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,p;1}^{1,5} + \beta_{V,c;2}^{1,5} = 0,59 \leq 1$			Gl. (7.56)

Ankerplattendicke

Spannungsverteilung innerhalb der Ankerplatte



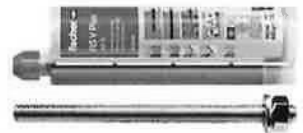
Ankerplattendetails

Ankerplattendicke (FE-Berechnung)	t =	10 mm
Material der Ankerplatte		S 235 (St 37)
E-Modul	E =	210.000 N/mm ²
Streckgrenze	R _{p0,2} =	235 N/mm ²
Sicherheitsfaktor	γ _M =	1,0
Querdehnzahl	ν =	0,3
Ausnutzung	η =	0 %
Profiltyp		Flachstahl (140 x 20 (S 235))

Angaben zur Montage

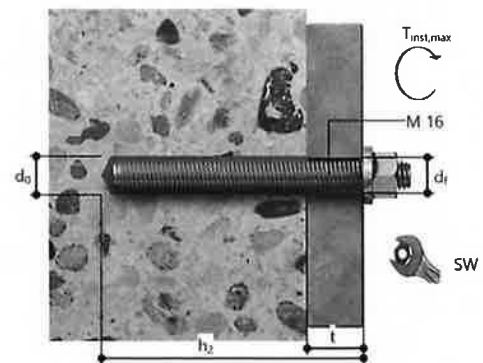
Anker

Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus	Art.-Nr. 558745
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S (auch in weiteren Kartuschengrößen verfügbar)	Art.-Nr. 517939
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 200 8.8, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8	
Zubehör	FIS MR Plus FIS Verlängerungsschlauch 9 mm FIS DM S Pro Druckluft-Reinigungsgerät Ölfreie Druckluft, min. 6 bar Bürste für Bohr-Ø 18 mm SDS Bürsten Aufnahme M8 Quattric II 18/200/250 oder alternativ FHD 18/320/450 Hammerbohren mit oder ohne Absaugung	Art.-Nr. 545853 Art.-Nr. 48983 Art.-Nr. 563337 Art.-Nr. 93286 keine Lagerware Art.-Nr. 1493 Art.-Nr. 530332 Art.-Nr. 549956 Art.-Nr. 546600
Alternative Kartuschen	FIS VW Plus 360 S FIS V Plus 410 C FIS V Plus 825 S Die dargestellten Kartuschen können alternativ zu den hervorgehobenen Kartuschen mit der gleichen Zulassungsnummer verwendet werden.	Art.-Nr. 558759 Art.-Nr. 558780 Art.-Nr. 567511



Montagedetails

Gewindegröße	M 16
Bohrlochdurchmesser	d ₀ = 18 mm
Bohrlochtiefe	h ₂ = 160 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h _{ef} = 150 mm
Einbautiefe	h _{nom} = 150 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	4 x ausblasen, 4 x bürsten, 4 x ausblasen Reinigung des Bohrloches ist nicht notwendig bei Verwendung eines Hohlbohrers, z.B. fischer FHD
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Maximales Anzugsmoment	T _{inst,max} = 60,0 Nm
Schlüsselweite SW	24 mm
Ankerplattendicke	t = 10 mm
Gesamte Befestigungsdicke	t _{fix} = 10 mm
Mörtelvolumen je Bohrloch	20 ml/10 Skalenteile



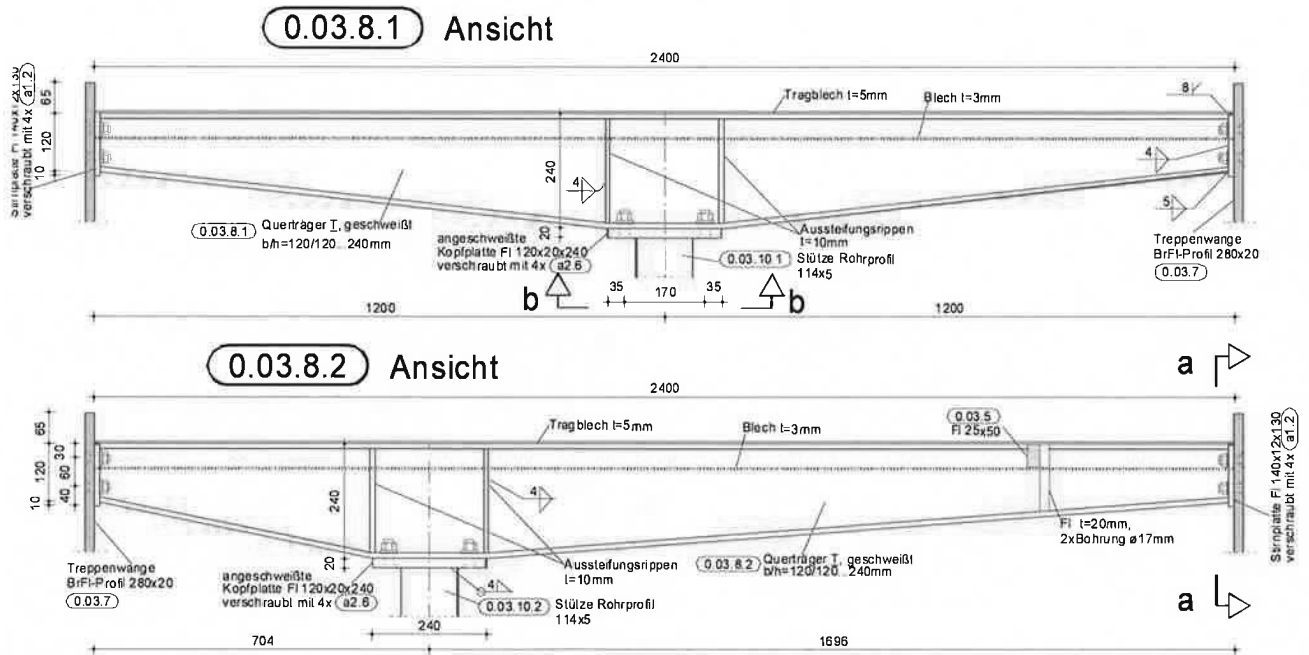
Pos. 0.03.8.1 / 0.08.2 Wangenträger

aus HEB 120 mit $h=120\ldots240\text{mm}$

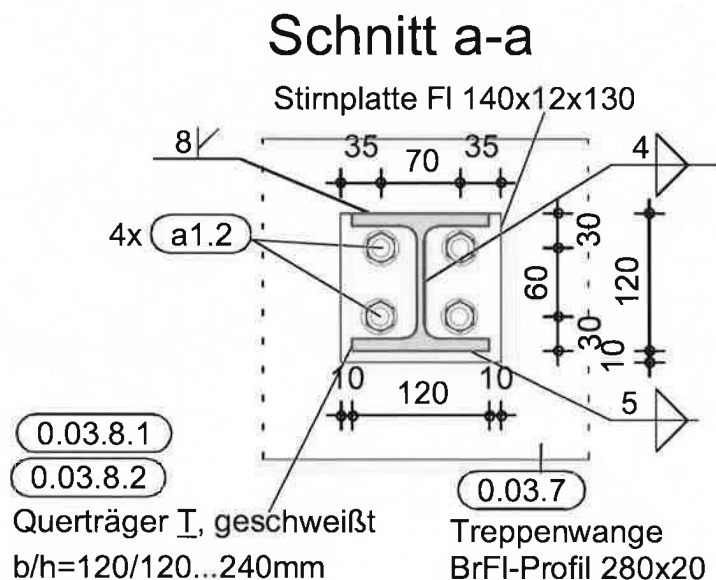
0.08.1 Stäbe 100,105

0.08.2 Stäbe 169,183,191

Geometrie:



Anschluss an Wangen Pos. 0.03.7



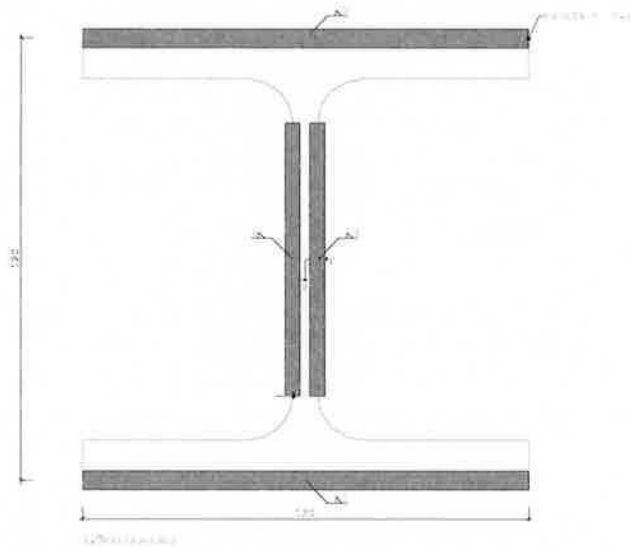
extremale Schnittgrößen am Anschluss an Wangen, aus EK1

$N_d =$	1,75 kN
$V_{y,d} =$	0,85 kN
$V_{z,d} =$	43,80 kN
$M_{y,d} =$	-5,20 kNm
$M_{z,d} =$	-1,71 kNm
$M_{T,d} =$	0,11 kNm
(bei geringer Größe hier nicht abgesetzt)	

Anschlüsse

an Wangen: mit angeschweißten Stirnplatten FI 140x12x130,
 verschraubt mit je 4x Senkkopfschraube M16 Fkl.8.8

Nachweis Schweißnähte



System									
Norm	:	DIN EN	1993						
Profil	:	HE	120 B						
		A =	34.00 cm ²	I _y =	864.0 cm ⁴	I _z =	318.0 cm ⁴		
		h =	120.0 mm	t _w =	6.5 mm	r =	12.0 mm		
		b =	120.0 mm	t _f =	11.0 mm				
Blechdicke	: t	=	12.0 mm						
Stahl	:	S235	f _y =	235.0	f _u =	360.0 N/mm ²	γ _{M0} =	1.00	
			f _{vw,d} =	207,8 N/mm ²	β _w =	0.80	γ _{M2} =	1.25	
τ _w wird mit V _z / A _{wz} und V _y / A _{wy} berechnet									
Geometrie der Kehlnähte									
l _w =	74.0 mm	a _w =	4.0 mm	Stegnaht beidseitig					
l _w =	120.0 mm	a _w =	5.0 mm	Flanschnaht außen					
Schweißnahtfläche									
A _w =	17.92 cm ²			Flächenmomente 2.Grades der Schweißnähte					
A _{w,z} =	5.92 cm ²	l _{w,y} =	459.26 cm ⁴						
A _{w,y} =	12.00 cm ²	l _{w,z} =	144.70 cm ⁴	l _{w,yz} =	0.00 cm ⁴				

Anschlußschnittkräfte y-fach

Lastfall	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	$V_{y,d}$ [kN]
1 1.Überlagerung	1.75	5.20	43.80	1.71	0.85

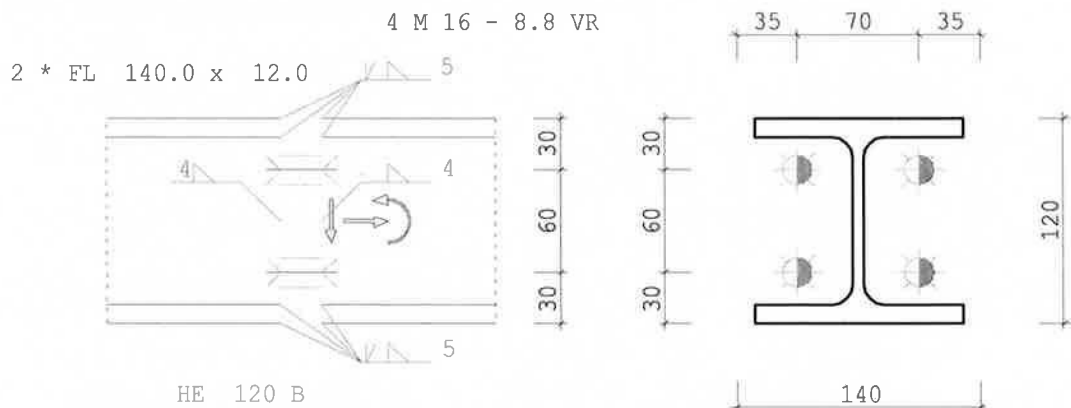
Ergebnisse Nr	1	1.Überlagerung							
N=	1.75	$M_y=$	5.20	$V_z=$	43.80	$M_z=$	1.71	$V_y=$	0.85 [d,kN,kNm]

Spannungen an den Schweißnähten					
σ_{wd}	=	139.8 N/mm ²	Flanschnaht außen		
$\tau_{wd,Vzd}$	=	43.8 kN / A_{wz}	=	5.9 cm ²	= 74.0 N/mm ²
$\tau_{wd,Vydz}$	=	0.9 kN / A_{wy}	=	12.0 cm ²	= 0.7 N/mm ²
σ_{wdV}	=	139.8 N/mm ²	Flanschnaht außen		
σ_{wd}	=	139.8 N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	= 207.8 N/mm ² $\eta = 0.67 < 1$
τ_{wd}	=	74.0 N/mm ²	/	$\tau_{w,Rd}$	= 207.8 N/mm ² $\eta = 0.36 < 1$
σ_{wdV}	=	139.8 N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	= 207.8 N/mm ² $\eta = 0.67 < 1$

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren					
Biegung und Normalkraft					
$F_{w,Ed,N}$	=	6.99 kN/cm	=	5.0 mm(a_w) * 139.8 N/mm ²	
$F_{w,Rd}$	=	$a_w * f_{w,d}$	=	5.0 mm * 207.8 N/mm ²	
$F_{w,Ed,N}$	=	6.99 kN/cm	/	$F_{w,Rd}$	= 10.39 kN/cm $\eta = 0.67 < 1$
Schubbeanspruchung					
$F_{w,Ed,Vz}$	=	43.80 kN			
$F_{w,Rd}$	=	$A_{wz} * f_{w,d}$	=	592.0 mm ² * 207.8 N/mm ²	
$F_{w,Ed,Vz}$	=	43.80 kN	/	$F_{w,Rd}$	= 123.04 kN $\eta = 0.36 < 1$
$F_{w,Ed,Vy}$	=	0.85 kN			
$F_{w,Rd}$	=	$A_{wy} * f_{w,d}$	=	1200.0 mm ² * 207.8 N/mm ²	
$F_{w,Ed,Vy}$	=	0.85 kN	/	$F_{w,Rd}$	= 249.42 kN $\eta = 0.00 < 1$
Kombinierte Beanspruchung					
$F_{w,Ed}$	=	6.99 kN/cm	=	5.0 mm(a_w) * 139.8 N/mm ²	
$F_{w,Rd}$	=	$a_w * f_{w,d}$	=	5.0 mm * 207.8 N/mm ²	
$F_{w,Ed}$	=	6.99 kN/cm	/	$F_{w,Rd}$	= 10.39 kN/cm $\eta = 0.67 < 1$

Nachweis des Profils Querschnittsklasse					
1					
Nachweis nach (6.1)					
σ_d	=	68.9 N/mm ²	/	σ_{Rd}	= 235.0 N/mm ² $\eta = 0.29 < 1$
τ_d	=	64.2 N/mm ²	/	τ_{Rd}	= 135.7 N/mm ² $\eta = 0.47 < 1$
σ_{dV}	=	111.1 N/mm ²	/	σ_{Rd}	= 235.0 N/mm ² $\eta = 0.47 < 1$

Stirnplatte, Verschraubung



SYSTEM : Träger	HE 120 B	Trägerneigung	0.0 Grad
Stirnplatte	h/b/d/ü	120.0 / 140.0 /	12.0 / 0.0 mm
Schweißnaht	aF / aS (umlaufend)	5.0 /	4.0 mm
MATERIAL :S235	$f_y =$	235.00	$f_u =$ 360.00 E_Modul = 210000 (N/mm ²)
Korrelationsbeiwert für Schweißnähte	$\beta_w =$	0.80	
Teilsicherheitsbeiwerte	$\gamma_{M0} =$	1.00	$\gamma_{M1} =$ 1.10 $\gamma_{M2} =$ 1.25
SCHRAUBE :	4 M 16 - 8.8 VR	f_{yb}	f_{ub} F_Klasse F_v (N/mm ² ,kN)
Gewinde in Fuge	64	80	8.8 88
EINWIRKUNG :	Nd	Vzd	M_yd (kN,m)
	2.00	44.00	6.00

SCHRAUBENBILD :	2 Reihen	je 2 Schrauben	dL = 17.0 (mm)
(Stegrichtung) e1/e2/e3/e4	0.0 /	30.0 /	60.0 / 30.0
(Stegrichtung) a1/a2/a3	0.0 /	30.0 /	30.0
(Gurtrichtung) w1/w2/w3	70.0 /	0.0 /	35.0
(Schraubenabstände ohne Berücksichtigung der Schweißnahtdicken)			

Biegetragfähigkeit MRd ohne gleichzeitig wirkende Normalkraft			
hrz. Nd=	2.0 kN	< 0.05 * Npld	im Trägerquerschnitt = 40.0 kN
Berechnungsoptionen (Vorgaben)			
Zugschrauben MRd im Bereich Anschlusshöhe * f ansetzen :	f = 0.50		
Berücksichtigung der Normalkraft durch N-M Interaktion (Gl. 6.24)			
dabei die Schrauben im Überstand für NRd vernachlässigen			
Folgende Option wegen maßgeblicher Zug-Normalkraft nicht anwendbar:			
Querkraft nur über zugfreie Schrauben abtragen (nur bei Nd	<= 0)		
dafür gilt:			
Abminderung FVRd nach 6.2.2 mit (0,4/1,4)			
ohne Begrenzung VRd auf plastische	Schubtragfähigkeit vom Träger		

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte :

Nr Reihen	e	e,min	m	n	Mpl1Rd*)	min(FtRd,BtRd)
1	1	35.0	35.0	27.2	34.0 mm	8460.00 90.43 kN
*) Mpl1Rd = MplRd / Leff im jeweiligen Fließmuster in Nmm/mm						

Schraubenreihen im T-Stummel Nr 1 :			
effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1			
Nr	leff,einzeln	leff,grp,oben	leff,grp,mitte
2	171.1	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2			
Nr	leff,einzeln	leff,grp,oben	leff,grp,mitte
2	211.9	-	-

Steifeneinfluß			
Nr	λ1	λ2	α
2	0.4	0.2	7.8

Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen :		
Nr	FtRd	Versagensmodus
2	159.00 kN	Stirnplatte auf Biegung

Komponenten im Riegel :			
Querschnittsklasse VplRd	MclRd	MclRd,red	FcFbRd
1	148.72 kN	38.90	38.90 kNm 356.90 kN

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss :		
h,druck	FtRd,zug	FcRd,druck
5.50 mm	159.00 kN	159.00 kN

Masd	MarD,elastisch	MaRd,plastisch	η
-6.00 kNm	8.96 kNm	13.44 kNm	0.45

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment
äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte :

Nr Reihen	e	e,min	m	n	Mpl1Rd*)	min(FtRd,BtRd)
1	2	35.0	35.0	27.2	34.0 mm	8460.00 90.43 kN
*) Mpl1Rd = MplRd / Leff im jeweiligen Fließmuster in Nmm/mm						

Schraubenreihen im T-Stummel Nr 1 :			
effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1			
Nr	leff,einzeln	leff,grp,oben	leff,grp,mitte
2	171.1	145.5	-
1	171.1	-	-

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1 (Erweiterung für NRd)				
Nr	l _{eff,grp,oben}	l _{eff,grp mitte}	l _{eff,grp,unten}	
2	107.8	-	-	mm
1	-	-	107.8	mm

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2				
Nr	l _{eff,einzeln}	l _{eff,grp,oben}	l _{eff,grp mitte}	l _{eff,grp,unten}
2	211.9	165.5	-	-
1	211.9	-	-	165.5

Steifeneinfluß			
Nr	λ1	λ2	α
2	0.4	0.2	7.8
1	0.4	0.2	7.8

Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen :		
Nr	F _{tRd}	Versagensmodus
2	133.95 kN	Stirnplatte auf Biegung
1	133.95 kN	Stirnplatte auf Biegung

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss :			
N _{Sd}	N _{Rd,elastisch}	N _{Rd,plastisch}	η
2.00 kN	178.60 kN	267.90 kN	0.01

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)			
hrz. N _d =	2.0 kN	< 0.05 * N _{pld}	im Trägerquerschnitt =
Eine N-M Interaktion nach Gl.		6.24	ist nicht erforderlich.
			40.0 kN

Querkraftbeanspruchung : wirksame Schraubenreihen					
Nr	- e1,platte	Randabstand e2,platte	- e,platte	Lochabstand e,platte	- e3
1	30.0	35.0	60.0	70.0 mm	
2	90.0	35.0	60.0	70.0 mm	

Nr	k1*α,platte	F _{bRd,platte}	F _{vRd}
1	1.47	162.64	34.45 kN
2	2.32	256.15	34.45 kN

V _{Sd}	V _{Rd}	η
44.00 kN	68.90 kN	0.64

Nachweis der Schweißnähte aus Teilschnittgrößen :			
Zuggurt (konstruktiv) erf.aw	f _w wd	Steg σ _w	Druckgurt σ _w
3.0 mm	207.8 N/mm ²	85.32 N/mm ²	-66.83 N/mm ²
		η 0.41	η 0.32

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung : zusätzliche Normalkraft N _d bis max.5% N _{pld} vom Träger berücksichtigt				
Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen				
Nr	k3	k5l	k5r	k10
2	0.000	13.184	13.184	5.775
	k _{eq} 3.078	z _{eq} 84.5 mm	S _{j,ini} 4615.57	S _{j,n} 1538.52 kNm/rad

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2) Querschnittsklasse			
Nd =	2.0 kN	/ NRd =	799.0 kN
Vzd =	44.0 kN	/ VzRd =	148.6 kN
Myd =	-6.0 kNm	/ MyRd =	38.9 kNm
Ed/ERd =	0.30		

MAXIMALE AUSLASTUNG

aus Verbindung : Eta = 0.64 <= 1 Nachweis erfüllt

Nachweis Schrauben unter Berücksichtigung Mz

min. Plattendicke $t_p = 12,0$ mm
 Schraubenabstand $e_1 = 30,0$ mm
 Schraubenabstand $p_1 = 60,0$ mm
 Schraubenabstand $e_2 = 35,0$ mm
 Schraubenabstand $p_2 = 70,0$ mm
 Lochdurchmesser $d_0 = 17,00$ mm

Anzahl der Schrauben je Reihe $n_1 = 2$
 Anzahl der Schrauben gesamt $n = 4$

Schrauben M16, FK 8.8

Schaftdurchmesser $d = 16,0$ mm

$f_{u,b,k} = 800,00$ N/mm²

Material:

Stahl = GEW("EC3_de/mat"; ID;) = S 235
 $f_{y,k} = \text{TAB}(\text{"EC3_de/mat"; } f_{y,k}; \text{ID=Stahl}) = 235,00$ N/mm²
 $f_{u,k} = \text{TAB}(\text{"EC3_de/mat"; } f_{u,k}; \text{ID=Stahl}) = 360,00$ N/mm²

Teilsicherheitsbeiwerte:

$\gamma_{M0} = 1,00$

$\gamma_{M2} = 1,25$

Schraubenkräfte:

$F_{t,Ed} = \frac{\text{ABS}(N_d)/n + \text{ABS}(M_{y,d}) \cdot 10^3 / (n_1 \cdot p_1) + \text{ABS}(M_{z,d}) \cdot 10^3 / (n_1 \cdot p_2)}{\sqrt{(V_{y,d}^2 + V_{z,d}^2) / n}} = 55,99$ kN

$F_{v,Ed} = \sqrt{(V_{y,d}^2 + V_{z,d}^2) / n} = 10,95$ kN

Grenzzugkraft der Senkschrauben:

$F_{t,Rd} = 63,30$ kN

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = 0,88 < 1$

$F_{t,Rd}$

Grenzabscherkraft der Schrauben:

$$\frac{F_{v,Rd}}{F_{v,Ed}} = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \underline{0,18 < 1}$$

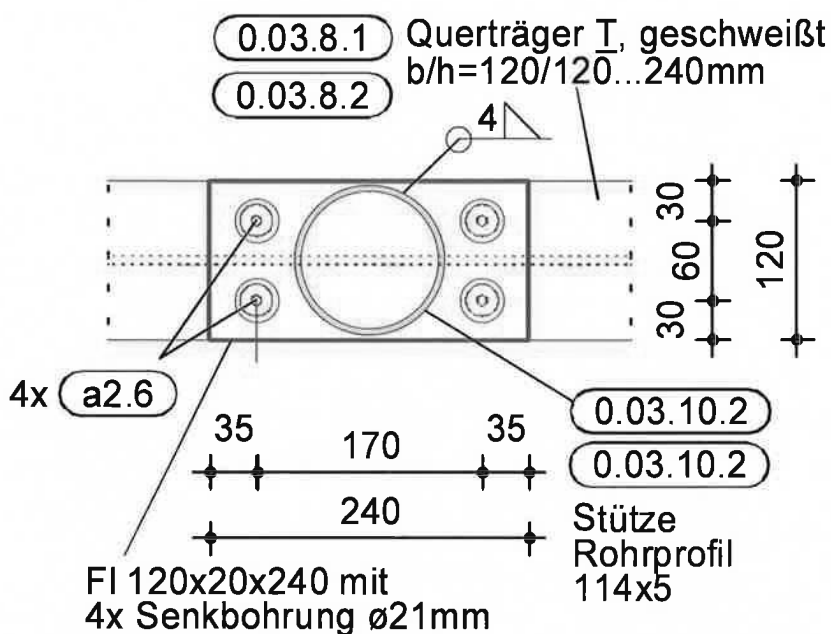
60,30 kN

Nachweis für kombinierte Beanspruchung:

$$\frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \underline{0,81 \leq 1}$$

Lasteinleitung in Stützen

Geometrie, Untersicht Träger:



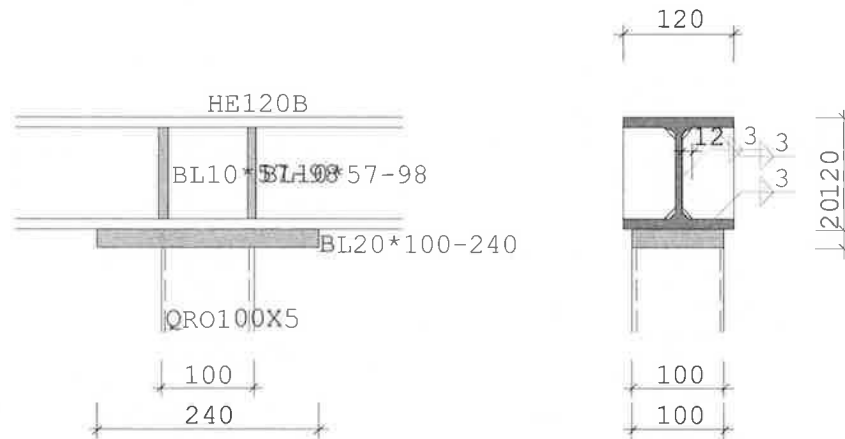
extremale Schnittgrößen am Anschluss an Stützen, aus EK1

$$\begin{aligned} N_d &= 1,75 \text{ kN} \\ V_{z,d} &= 47,80 \text{ kN} \\ M_{y,d} &= -58,87 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{y,d} &= 0,85 \text{ kN} \\ M_{z,d} &= -1,49 \text{ kNm} \end{aligned}$$

(V_y , M_z hier bei geringer Größe nicht zum Nachweis angesetzt)

Nachweis Trägerauflager, programmbedingt mit Stütze QR0 100x5



Träger auf Stütze : Auflagerkraft		Fd = 100.00 kN	
Norm	DIN EN 1993		
Träger	HE120B		
Stütze	QR0100X5		
Platte	Länge/Breite/Höhe	= 240.0 / 100.0 / 20.0 mm	
Stahl	S235	$f_{yk} = 235.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{uk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M0} = 1.00$	
		$f_{w,d} = 207.8 \text{ N/mm}^2$ $\beta_w = 0.80$ $\gamma_{M2} = 1.25$	

Nachweis des Trägers mit dreiseitigem doppelten Rippenanschluß					
Rippe	Breite	bR = 56.8 mm	<= maxbR = 56.8 mm		
	Höhe	hR = 98.0 mm			
	Aussparung	cR = 12.0 mm			
	Dicke	tR = 10.0 mm	>= erftR = 5.2 mm		
			$\eta = 0.52$		
Kraft pro Rippe	vertikal :	F1 = 16.82 kN	horizontal :	F2 = 5.90 kN	
Doppelkehlnaht am belasteten unteren Flansch (Index 1) :					
Geometrie	Dicke	aw1 = 3.0 mm			
	Länge	lw1 = 44.8 mm			
	Fläche	Aw1 = 268.5 mm ²			
Spannungen	$\sigma_{wd,1}$	= 62.6 N/mm ²	$\tau_{wd,1}$	= 22.0 N/mm ²	
Vergleichsspannung	$\sigma_{wd,V,1}$	= 66.4 N/mm ²			
Nachweis	σ_{wd}	= 66.4 N/mm ² / f_{vwd}	= 207.8 N/mm ²	$\eta = 0.32 < 1$	
Doppelkehlnaht am Steg (Index 2) :					
Geometrie	Dicke	aw2 = 3.0 mm			
	Länge	lw2 = 74.0 mm			
	Fläche	Aw2 = 444.0 mm ²			
Spannungen	$\tau_{wd,2}$	= 37.9 N/mm ²			
Nachweis	σ_{wd}	= 37.9 N/mm ² / f_{vwd}	= 207.8 N/mm ²	$\eta = 0.18 < 1$	
Doppelkehlnaht am unbelasteten oberen Flansch (Index 3) :					
Geometrie	Dicke	aw3 = 3.0 mm			
	Länge	lw3 = 44.8 mm			
	Fläche	Aw3 = 268.5 mm ²			
Spannungen	$\tau_{wd,3}$	= 22.0 N/mm ²			
Nachweis	σ_{wd}	= 22.0 N/mm ² / f_{vwd}	= 207.8 N/mm ²	$\eta = 0.11 < 1$	

Spannung am Ausrundungsbeginn des Trägerstegs unten :			
$\sigma_{dz} = F_d - 4 \cdot F_1 / ($	191.5 mm * 6.5 mm)	= -26.29 N/mm ²	
Nachweis	$\sigma_{dd} = 26.3 \text{ N/mm}^2 / f_{yd}$	= 235.0 N/mm ²	$\eta = 0.11 < 1$

Nachweis der Kontaktpressung an der Platte			
$\sigma_d = F_d / ($	42.5 mm * 75.0 mm)	= -31.34 N/mm ²	
Nachweis	$\sigma_{dd} = 31.3 \text{ N/mm}^2 / f_{yd}$	= 235.0 N/mm ²	$\eta = 0.13 < 1$

Nachweis der umlaufenden Kehlnaht $a_w =$		5.0 mm	Platte - Stütze
Nachweis	$\sigma_{wd} =$	53.2 N/mm ² / $f_{vwd} =$	207.8 N/mm ²
		$\eta =$	0.26 < 1

max $\eta = 0.52 \leq 1$ Nachweis für Stegrippen

Schraubenkräfte

Schnittgrößen Stützenkopf, Stab 102 (187), EK1

$N_d =$	-91,85 kN	
$M_{z,d} =$	-1,65 kN	
$V_{y,d} =$		0,68 kN
$M_{y,d} =$	0,07 kN ~ 0	
$V_{z,d} =$		0,02 kN ~ 0

Nachweis Schrauben

Schraubenabstand $e_1 =$	35,0 mm
Schraubenabstand $p_1 =$	170,0 mm
Schraubenabstand $e_2 =$	30,0 mm
Schraubenabstand $p_2 =$	60,0 mm
Lochdurchmesser $d_0 =$	21,00 mm

Anzahl der Schrauben je Reihe $n_1 =$	2
Anzahl der Schrauben gesamt $n =$	4

Schrauben M20, FK 8.8

Schaftdurchmesser $d =$	20,0 mm
$f_{u,b,k} =$	800,00 N/mm ²

Material:

Stahl =	GEW("EC3_de/mat"; ID;)	=	S 235
$f_{y,k} =$	TAB("EC3_de/mat"; $f_{y,k}$; ID=Stahl)	=	235,00 N/mm ²
$f_{u,k} =$	TAB("EC3_de/mat"; $f_{u,k}$; ID=Stahl)	=	360,00 N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwerte:

$\gamma_{M0} =$	1,00
$\gamma_{M2} =$	1,25

Schraubenkräfte:

Annahme Biegung durch Kräftepaar in Schraubenachse übertragen

$F_{t,Ed} =$	$ABS(M_{z,d}) \cdot 10^3 / (n_1 \cdot p_1) + ABS(M_{y,d}) \cdot 10^3 / (n_1 \cdot p_2)$	=	5,44 kN
$F_{v,Ed} =$	$\sqrt{(V_{y,d}^2 + V_{z,d}^2) / n}$	=	0,17 kN

Grenzzugkraft der Senkschrauben M20, 8.8:

$F_{t,Rd} =$		98,80 kN
$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} =$		<u>0,06 < 1</u>

Grenzabscherkraft der Schrauben:

$$\frac{F_{v,Rd}}{F_{v,Ed}} = \frac{94,10 \text{ kN}}{F_{v,Rd}} = \underline{0,00 < 1}$$

Nachweis für kombinierte Beanspruchung:

$$\frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \underline{0,04 \leq 1}$$

Nachweis Kopfplatte Stütze

FI 120x20x240

Plattendicke, $t_1 =$ 2,00 cm

mitwirkende Breite

$b_1 =$ 12,00 cm

$W_{y1} = t_1^2 \cdot b_1 / 6 =$ 8,00 cm³

Abstand Schraubenachse - Stützenachse

$e_{1.1} =$ 9,00 cm

Material:

$f_{y,k} =$ TAB("EC3_de/mat"; f_{yk} ; ID=Stahl) = 235,00 N/mm²

$\gamma_{M0} =$ 1,00

$f_{y,Rd} = 10^{-1} \cdot f_{y,k} / \gamma_{M0} =$ 23,50 kN/cm²

Einspannmoment am Anschluss

$M_{d1} = n_1 \cdot F_{t,Ed} \cdot e_{1.1} =$ 97,92 kNcm

Nachweis

$f_{y,d} = \text{ABS}(M_{d1}) / W_{y1} =$ 12,24 kN/cm²

$f_{y,d} / f_{y,Rd} = \underline{0,52 < 1}$

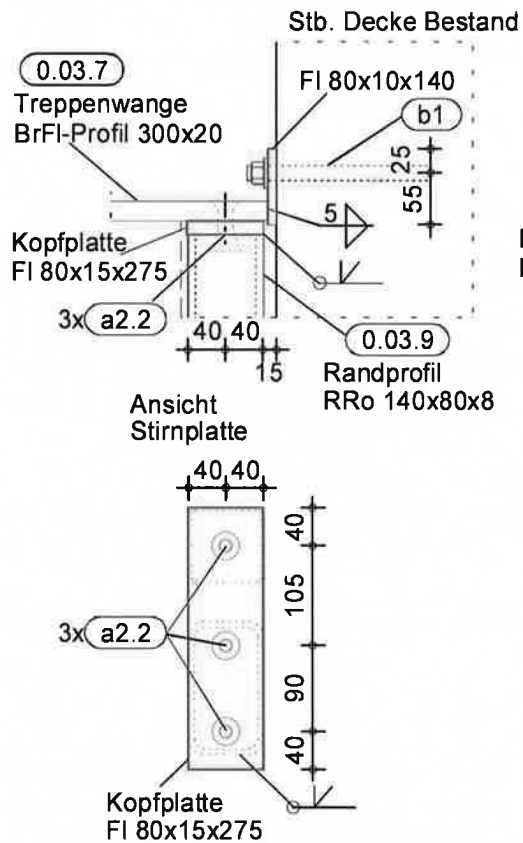
Pos. 0.03.9 Randträger am Treppenaustritt

RRo 140x80x8 (w), stehend
Stäbe 192, 204, 217

Anschlüsse

- an Wangen, mit angeschweißter Stirnplatte, Verschraubung mit 3x Hohlraumverbinder M20

Geometrie, sh. auch Pos. 0.03.7:



extremale Schnittgrößen am Anschluss, aus EK1

$N_d =$	7,35 kN
$V_{y,d} =$	1,94 kN
$V_{z,d} =$	24,14 kN
$M_{y,d} =$	2,28 kNm
$M_{z,d} =$	1,11 kNm
$M_{T,d} =$	13,34 kNm

Nachweis Schweißnaht, mit umlaufend Kehlnaht 5mm

Schweißnaht (V.29.1) nach EC3-1-8 (NA Deutschland)

Systemwerte:

Profil: RROw120x80x8

Profilart = Rechteckrohr

Anschluss an Stirnplatte mit $t = 12,0$ mm

Material = S 235

$\beta W = 0,80$

$f_u = 360,00$ N/mm²

$f_y = 235,00$ N/mm²

$\gamma_{M2} = 1,25$ [-]

Schweißnähte:

$a_1 = 5,0$ mm, $l_{a1} = 56,0$ mm (min. $a_1 = 3,0$ mm)

$a_2 = 5,0$ mm, $l_{a2} = 96,0$ mm (min. $a_2 = 3,0$ mm)

Belastung:

$N_{Ed} = 8,000$ kN (Druckkraft = negativ)

$M_{yEd} = -2,000$ kNm

$M_{zEd} = 1,200$ kNm

$V_{zEd} = 25,000$ kN

$V_{yEd} = 2,000$ kN

$M_{TEd} = 13,400$ kNm (Torsion)

Nachweise nach EC3-1-8, 4.5.3.3 (vereinfachtes Verfahren):

$A, W = 15,20$ cm²

$A, V_z, W = 9,60$ cm²

$A, V_y, W = 5,60$ cm²

$I_y, W = 275,33$ cm⁴

$I_z, W = 168,23$ cm⁴

$W_{T,w} = 96,00$ cm³ (Torsion)

$f_{w,Rd} = 20,78$ kN/cm²

Naht 1: $\max. N_{||,Ed} = 3,44$ kN/cm

$\max. V_{||,Ed} = 7,16$ kN/cm

$\max. F_{w,Ed} = 7,94$ kN/cm

$F_{w,Rd} = 10,39$ kN/cm

Naht 2: $\max. N_{||,Ed} = 3,43$ kN/cm

$\max. V_{||,Ed} = 1,30$ kN/cm

$\max. F_{w,Ed} = 3,67$ kN/cm

$F_{w,Rd} = 10,39$ kN/cm

--> maximale Ausnutzung $\eta = 0,76 \leq 1,00$ (an Naht Nummer 1)

min. Plattendicke $t_p = 15,0$ mm

Schraubenabstand $e_1 = 40,0$ mm

Schraubenabstand $p_{1,l} = 90,0$ mm

Schraubenabstand $p_{1,t} = 105,0$ mm

Schraubenabstand $e_2 = 40,0$ mm

Lochdurchmesser $d_0 = 33,00$ mm

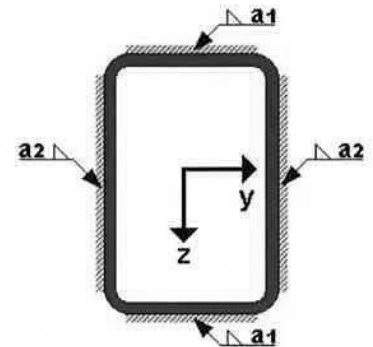
Anzahl der Schrauben je Reihe $n_1 = 1$

Anzahl der Schrauben gesamt $n = 3$

Hollo-Bolt, gewählt: M20

Bolzen $\varnothing d = 32,8$ mm

Loch $\varnothing d_0 = 33,0$ mm



Material:

Stahl =	GEW("EC3_de/mat"; ID;)	=	S 235
f_y =	TAB("EC3_de/mat"; f_{yk} ; ID=Stahl)	=	235,00 N/mm ²
f_u =	TAB("EC3_de/mat"; f_{uk} ; ID=Stahl)	=	360,00 N/mm ²
Hülse Hohlraumverbinder			
$f_{u,b}$ =			430,00 N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwerte:

γ_{M0} =	1,00
γ_{M2} =	1,25

Schraubenkräfte:

Biegebeanspruchung durch Kräftepaare aufgenommen

Abstand Druck- Zugkraftresultierende zum Nachweis

aus M_y , z_1 = 200,0 mm

aus M_z , y_1 = 40,0 mm

Torsionmoment durch äußere Verbindungen, mit
 z_2 = 200,0 mm

$$F_{t,Ed} = \frac{ABS(N_d)/n + ABS(M_{y,d}) \cdot 10^3 / (n_1 \cdot z_1) + ABS(M_{z,d}) \cdot 10^3 / (n_1 \cdot y_1)}{\sqrt{(V_{y,d}^2 + V_{z,d}^2)/n + M_{T,d} \cdot 10^3 / (n_1 \cdot z_2)}} = 41,60 \text{ kN}$$

$$F_{A,Ed} = \frac{F_{t,Ed}}{\sqrt{(V_{y,d}^2 + V_{z,d}^2)/n + M_{T,d} \cdot 10^3 / (n_1 \cdot z_2)}} = 74,77 \text{ kN}$$

Lochleibung:

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{u,b}}{f_u}; 1,0\right) = 0,40$$

$$k_1 = \min\left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \cdot \frac{p_1}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 1,69$$

$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t_p \cdot f_u / \gamma_{M2} / 1000 = 95,79 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{A,Ed}}{F_{b,Rd}} = \underline{\underline{0,78 < 1}}$$

Abscheren:

$$F_{v,Rd} = 168,80 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}} = \underline{\underline{0,44 < 1}}$$

Zug:

$$F_{t,Rd} = 99,20 \text{ kN}$$

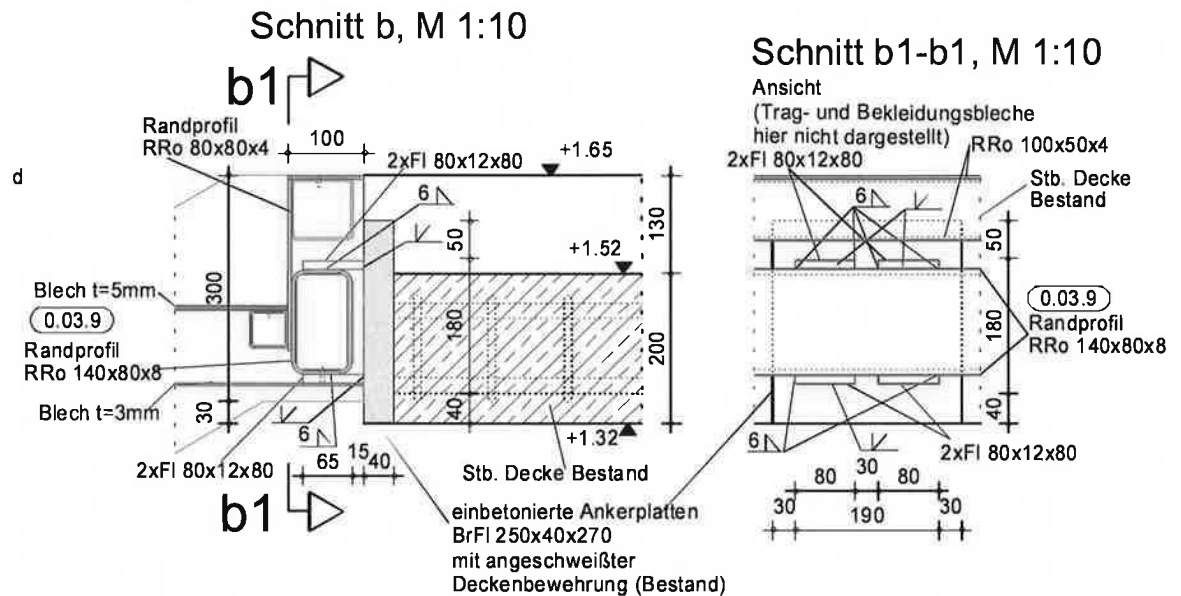
$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = \underline{\underline{0,42 < 1}}$$

Zug + Abscheren:

$$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} = \underline{\underline{0,74 < 1}}$$

- an Deckenstirn: mit angeschweißten Laschen FI 80x12,
 Schweißverbindung an vorhandene einbetonierte Stirnplatten (BrFI 250x40x270)

Geometrie:



extremale Schnittgrößen am Anschluss Ankerplatten Bestand, Auf. Kn. 150, 158 aus EK1

$P_{x,d} =$	11,99 kN
$P_{y,d} =$	2,20 kN
$P_{z,d} =$	25,29 kN
$M_{x,d} =$	14,07 kNm

Schweißnähte Laschen FI 80x12x80 - RRo 140x80x8

Höhe RRo, $h_{RRo} =$ 0,14 m

Kräftepaar aus M_x ; $F_{y,1d} = M_{x,d} / h_{RRo} =$ 100,50 kN

Materialkennwerte:

$f_y =$	23,50 kN/cm ²
$f_u =$	36,00 kN/cm ²
$\gamma_{M0} =$	1,00
$\gamma_{M2} =$	1,25

Schweißnaht Lasche - Randträger:

Nachweis mit beidseitig Kehlnaht

Anzahl der Nähte je Seite (oben_unten), $n_1 = 2 \cdot 2 =$ 4

zum Nachweis angesetzt

Nachweis $a_{w1} =$ 0,40 cm

Nahtlänge $l_{w1} =$ 4,00 cm

$A_{w1} = a_{w1} \cdot l_{w1} =$ 1,60 cm²

$\beta_w =$ 0,80

$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} =$ 20,78 kN/cm²

$F_{w,Rd_1} = f_{vw,d} \cdot a_{w1} =$ 8,31 kN/cm

Kraftresultierende Schweißnaht:

$$V_{II,Ed_1} = P_{y,d} / (2 \cdot n_1 \cdot l_{w1}) + F_{y,1d} / (n_1 \cdot l_{w1}) = 6,35 \text{ kN/cm}$$

$$N_{se,Ed_1} = P_{z,d} / (2 \cdot n_1 \cdot l_{w1}) = 0,79 \text{ kN/cm}$$

$$V_{se,Ed_1} = P_{x,d} / (2 \cdot n_1 \cdot l_{w1}) = 0,37 \text{ kN/cm}$$

$$F_{w,Ed_1} = \sqrt{(V_{II,Ed_1})^2 + N_{se,Ed_1}^2 + V_{se,Ed_1}^2} = 6,41 \text{ kN/m}$$

Nachweis:

$$F_{w,Ed_1} / F_{w,Rd_1} = \underline{0,77 < 1}$$

Biegung Laschen FI 80x8 am Anschluss Ankerplatte

Anzahl der Laschen, $n_L = 4$

$$t_L = 1,20 \text{ cm}$$

$$b_L = 8,00 \text{ cm}$$

$$A_L = t_L \cdot b_L = 9,60 \text{ cm}^2$$

$$\text{Abstand Achse RRo - Anschlussplatte, } e_1 = 4 + 1,5 = 5,5 \text{ cm}$$

Biegebeanspruchung Laschen am Anschluss an Ankerplatte
 aus Außermittle,

$$\text{Abstand Achse RRo - Anschlussplatte, } e_1 = 4 + 1,5 = 5,5 \text{ cm}$$

$$M_{y1,d} = P_{z,d} \cdot e_1 / n_L = 34,77 \text{ kNcm}$$

$$M_{z1,d} = P_{x,d} \cdot e_1 / n_L = 16,49 \text{ kNcm}$$

$$W_{y,L} = t_L^2 \cdot b_L / 6 = 1,92 \text{ cm}^3$$

$$W_{z,L} = t_L \cdot b_L^2 / 6 = 12,80 \text{ cm}^3$$

Beanspruchbarkeit je Lasche

$$M_{y,c,Rd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \cdot W_{y,L} = 45,12 \text{ kNcm}$$

$$M_{z,c,Rd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \cdot W_{z,L} = 300,80 \text{ kNcm}$$

Nachweis Biegebeanspruchung Laschenprofile:

in vereinfachender Weise für QK3, Beanspr. aus N hier vernachlässigt

$$(M_{y1,d} / M_{y,c,Rd})^2 + (M_{z1,d} / M_{z,c,Rd})^2 = \underline{0,60 < 1,0}$$

Schweißnähte Laschen - Ankerplatte, Nachweis mit $a_w = 10 \text{ mm}$

Anzahl der Laschen je Seite, $n_2 = 2$

$$a_{w2} = 1,00 \text{ cm}$$

$$\text{Nahtlänge } l_{w2} = 8,00 \text{ cm}$$

$$A_w = a_{w2} \cdot l_{w2} = 8,00 \text{ cm}^2$$

$$F_{w,Rd_2} = f_{vw,d} \cdot a_{w2} = 20,78 \text{ kN/cm}$$

Kraftresultierende Schweißnaht:

$$N_{se,Ed_2} = P_{y,d} / (2 \cdot n_2 \cdot l_{w2}) + F_{y,1d} / (n_2 \cdot l_{w2}) = 6,35 \text{ kN/cm}$$

$$V_{se,Ed_2} = P_{z,d} / (2 \cdot n_2 \cdot l_{w2}) = 0,79 \text{ kN/cm}$$

$$V_{ll,Ed_2} = P_{x,d} / (2 \cdot n_2 \cdot l_{w2}) = 0,37 \text{ kN/cm}$$

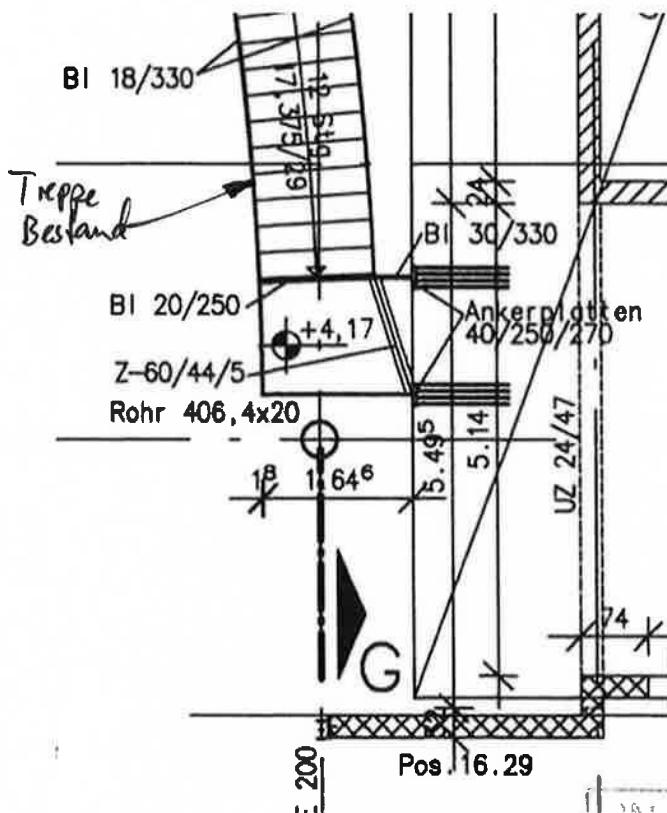
$$F_{w,Ed_2} = \sqrt{(V_{ll,Ed_2}^2 + N_{se,Ed_2}^2 + V_{se,Ed_2}^2)} = 6,41 \text{ kN/m}$$

Nachweis:

$$F_{w,Ed_2} / F_{w,Rd_2} = \underline{0,31 < 1}$$

Nachweis Ankerplatten/ Lastweiterleitung in Stahlbetondecke über Foyer sowie lastabtragender Bauteile im Bestand

Der Nachweis wird über den Vergleich der Beanspruchungen aus der Bestandtreppe und der geplanten neuen Fluchttreppe geführt.



Auflagerreaktionen Bestandskonstruktion, aus Statik Ing. Ziemendorf & Effenberger
 GBR,
 siehe Anlage H2
 Auszug S. 5.26, Bemessungswert der Auflagerreaktionen

am Treppenkopf

am Knoten 3

$$V = 62,67 \text{ kN}$$

$$H_y = 21,23 \text{ kN}$$

$$H_x = 30,79 \text{ kN (Zug)}$$

$$M_y = 54,77 \text{ kNm}$$

$$M_z = -1,5 \text{ kNm}$$

am Knoten 1

$$V = -26,37 \text{ kN}$$

$$H_y = 56,05 \text{ kN}$$

$$H_x = 44,73 \text{ kN (Druck)}$$

$$M_y = -12,86 \text{ kNm}$$

extremale

$$V_{d_Best} = 62,67 \text{ kN}$$

$$H_{y,d_Best} = 56,05 \text{ kN}$$

$$H_{x1,d_Best} = -30,79 \text{ kN (Zug)}$$

$$H_{x2,d_Best} = 44,73 \text{ kN (Druck)}$$

$$M_{y,d_Best} = 54,77 \text{ kNm}$$

extremale Anschlussreaktionen aus geplanter Treppe, Kn. 150,158

$$P_{x,d} = 11,99 \text{ kN}$$

$$P_{y,d} = 2,20 \text{ kN}$$

$$P_{z,d} = 25,29 \text{ kN}$$

$$M_{x,d} = 14,07 \text{ kNm}$$

Nachweis:

$$P_{z,d} / V_{d_Best} = \underline{0,40 < 1,0}$$

$$P_{y,d} / (\text{MAX}(\text{ABS}(H_{x1,d_Best}; H_{x2,d_Best}))) = \underline{0,07 < 1,0}$$

$$P_{x,d} / H_{y,d_Best} = \underline{0,21 < 1,0}$$

$$M_{x,d} / M_{y,d_Best} = \underline{0,26 < 1,0}$$

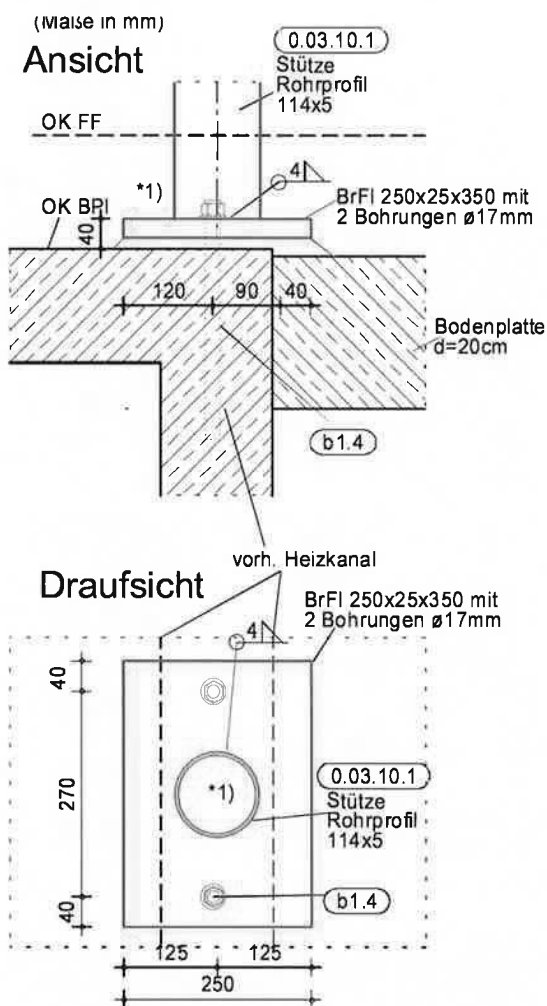
Pos. 0.03.10.1 Stütze, Ro 114,3x5

Stab 102

**Spannungs- und Stabilitätznachweis durch Stabwerksprogramm,
 siehe EDV- Berechnung, Anlage H1**

Knicklänge $s_k = 2,40 \text{ m}$

**Anschluss auf Gründung
 Geometrie:**



Nachweise

extremale Schnittgrößen aus EK1, Aufl. Kn. 77

$P_{x,d} =$	0,12 kN
$P_{y,d} =$	0,67 kN
$P_{z,d} =$	92,39 kN

Nachweis unter Berücksichtigung einer unplanmäßigen Einspannung
 $M_x, M_y, M_z = 3,0 \text{ kNm}$

Verankerung mit 2x Verbundanker M16 auf Bodenplatte/ Seitenwand Lüftungskanal Bestand

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 175 8.8, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8 120 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-20/0603, Option 1, Erteilungsdatum 13.11.2020

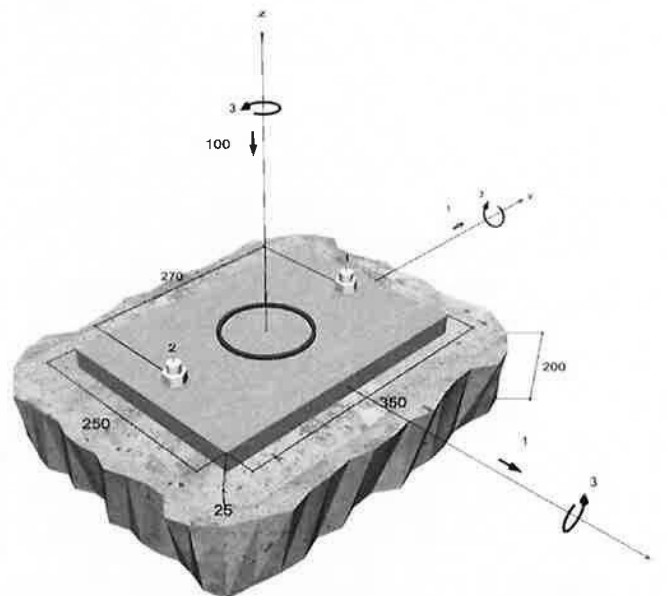


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN1992-4:2018 Verbundanker
Verankerungsgrund	C20/25, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Temperaturbereich	24 °C Langzeittemperatur, 40 °C Kurzzeittemperatur
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	250 mm x 350 mm x 25 mm
Profiltyp	Kreisförmige Hohlprofile (114,3 x 5)

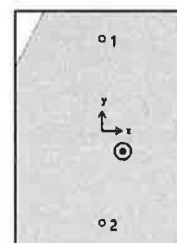
Bemessungslasten *)

#	N _{Ed} kN	V _{Ed,x} kN	V _{Ed,y} kN	M _{Ed,x} kNm	M _{Ed,y} kNm	M _{T,Ed} kNm	Belastungsart
1	-100,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	0,00	10,62	-10,61	0,50
2	0,00	11,62	11,61	0,50



Max. Betonstauchung : 0,09 ‰
Max. Betondruckspannung : 2,6 N/mm²
Resultierende Zugkraft : 0,00 kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft : 100,00 kN , X/Y Position (30 / -30)

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β _v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	11,62	50,40	23,1
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	11,62	42,22	27,5

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 = 1,00 \cdot 63,00 \text{ kN} = 63,00 \text{ kN}$$

Gl. (7.35)
(7.36)

V _{Rk,s} kN	γ _{Ms}	V _{Rd,s} kN	V _{Ed} kN	β _{vs} %
63,00	1,25	50,40	11,62	23,1

Anker-Nr.	β _{vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	21,1	1	β _{vs,1}
2	23,1	2	β _{vs,2}

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 31,67 \text{ kN} = 63,33 \text{ kN}$$

Gl. (7.39c)

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{cc,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$

Gl. (7.13)

$$N_{Rk,p} = 36,19 \text{ kN} \cdot \frac{113.400 \text{ mm}^2}{129.600 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 31,67 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1,00 \cdot \pi \cdot 16 \text{ mm} \cdot 120 \text{ mm} \cdot 6,0 \text{ N/mm}^2 = 36,19 \text{ kN}$$

Gl. (7.14)

$$\Psi_{sus} = 1,00$$

Gl. (7.14a)

$$\alpha_{sus} = 0,00 \leq \Psi_{sus}^0 = 0,76$$

$$s_{cr,Np} = \min\left(7,3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr}\right)^{0,5}; 3 \cdot h_{ef}\right)$$

Gl. (7.15)

$$\Psi_{s,Np} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{180mm}\right) = 1,000 \leq 1$$

Gl. (7.16)

Gl. (7.20)

$$\Psi_{g,Np} = \max\left(1; \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot (\Psi_{g,Np}^0 - 1)\right)$$

Gl. (7.17)

$$\Psi_{g,Np} = \max\left(1; 1,000 - \sqrt{\frac{0mm}{360mm}} \cdot (1,000 - 1)\right) = 1,000 \geq 1$$

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max\left(1; \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5}\right)$$

Gl. (7.18)

$$\Psi_{g,Np}^0 = \max\left(1; \sqrt{1} - (\sqrt{1} - 1) \cdot \left(\frac{6,0N/mm^2}{7,5N/mm^2}\right)^{1,5}\right) = 1,000 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,cr} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{7,7}{3,14 \cdot 16mm} \sqrt{120mm \cdot 20,0N/mm^2} = 7,5N/mm^2$$

Gl. (7.19)

$$\Psi_{cc,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2c_p}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{cc,Npr} \cdot \Psi_{cc,Npj} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Gl. (7.21)

$$\Psi_{rc,Np} = 1,000$$

Gl. (7.5)

$V_{Rk,cp}$ kN	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
63,33	1,50	42,22	11,62	27,5

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
2	27,5	1	$\beta_{V,cp;1}$

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastrung

$$\beta_V = \beta_{V,cp;1} = 0,28 \leq 1$$



Nachweis erfolgreich

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke

t = 25 mm

Profiltyp

Kreisförmige Hohlprofile (114,3 x 5)

Angaben zur Montage

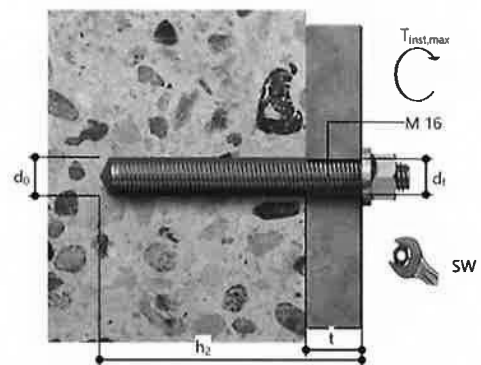
Anker

Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus	
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S (auch in weiteren Kartuschengrößen verfügbar)	Art.-Nr. 558745
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 175 8.8, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8	Art.-Nr. 519401
Zubehör	FIS MR Plus FIS DM S Pro Druckluft-Reinigungsgerät Ölfreie Druckluft, min. 6 bar Bürste für Bohr-Ø 18 mm SDS Bürsten Aufnahme M8 SDS Plus-V II 18/150/200 oder alternativ FHD 18/320/450 Hammerbohren mit oder ohne Absaugung	Art.-Nr. 545853 Art.-Nr. 563337 Art.-Nr. 93286 keine Lagerware Art.-Nr. 1493 Art.-Nr. 530332 Art.-Nr. 531836 Art.-Nr. 546600
Alternative Kartuschen	FIS VW Plus 360 S FIS V Plus 410 C FIS V Plus 825 S Die dargestellten Kartuschen können alternativ zu den hervorgehobenen Kartuschen mit der gleichen Zulassungsnummer verwendet werden.	Art.-Nr. 558759 Art.-Nr. 558780 Art.-Nr. 567511



Montagedetails

Gewindegröße	M 16
Bohrlochdurchmesser	$d_0 = 18 \text{ mm}$
Bohrlochtiefe	$h_2 = 145 \text{ mm}$
Rechnerische Verankerungstiefe	$h_{ef} = 120 \text{ mm}$
Einbautiefe	$h_{nom} = 120 \text{ mm}$
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	4 x ausblasen, 4 x bürsten, 4 x ausblasen Reinigung des Bohrloches ist nicht notwendig bei Verwendung eines Hohlbohrers, z.B. fischer FHD
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt verfüllt
Maximales Anzugsmoment	$T_{inst,max} = 60,0 \text{ Nm}$
Schlüsselweite SW	24 mm
Ankerplattendicke	$t = 25 \text{ mm}$
Gesamte Befestigungsdicke	$t_{fix} = 25 \text{ mm}$
$T_{fix,max}$	
Mörtelvolumen je Bohrloch	18 ml/9 Skalenteile



Anschluss am Stützenkopf an Wangenträger mit angeschweißter, verschraubter Kopfplatte
 Nachweis siehe Pos. 0.03.8.1

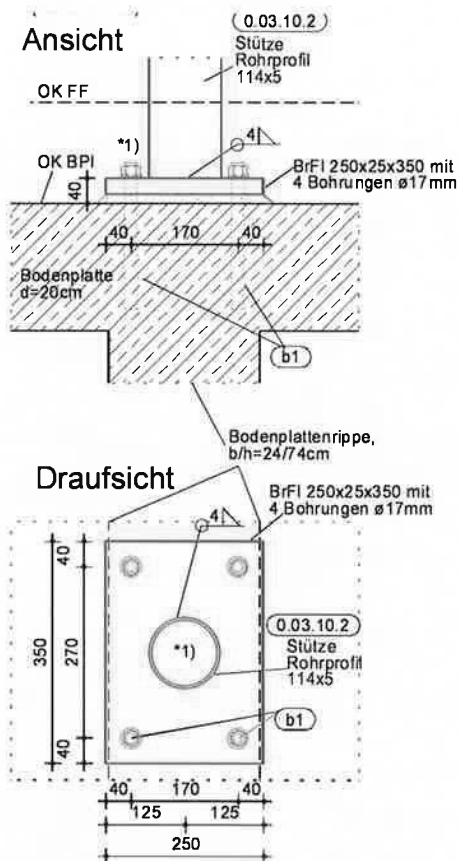
Pos. 0.03.10.2 Stütze, Ro 114,3x5

Stab 187

**Spannungs- und Stabilitätznachweis durch Stabwerksprogramm,
siehe EDV- Berechnung, Anlage H1**

Knicklänge $s_k =$ 3,80 m

**Anschluss auf Gründung
Geometrie:**



Nachweise

extremale Schnittgrößen aus EK1, Aufl. Kn. 144

$P_{x,d} =$ 0,05 kN
 $P_{y,d} =$ 0,41 kN
 $P_{z,d} =$ 70,93 kN

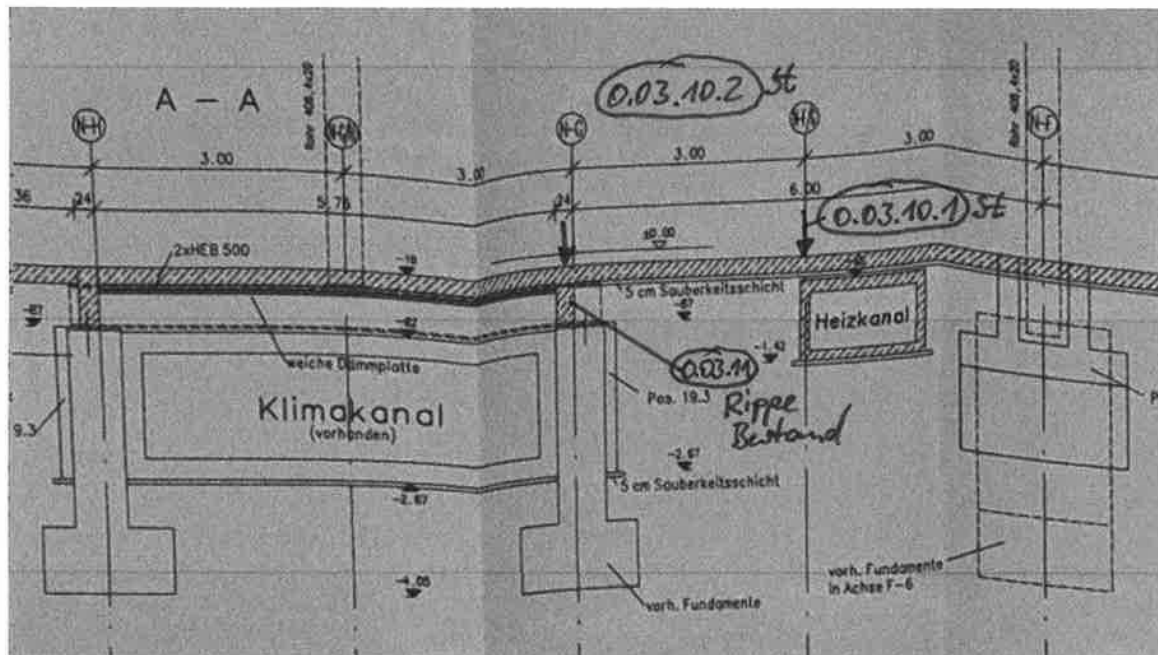
Verankerung mit 4x Verbundanker M16 auf Bodenplatten (Verstärkungsrippe) Bestand bei geringer Beanspruchung wie Pos. 0.03.10.1

Anschluss am Stützenkopf an Wangenträger mit angeschweißter, verschraubter Kopfplatte
Nachweis siehe Pos. 0.03.8.2

**Pos. 0.03.11 Bodenplattenrippe Bestand,
Stb. B25, Bewehrung BSt 500 S**

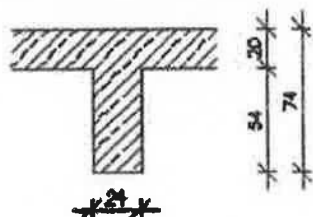
Zur Ablastung der Bodenplatte im Bereich über dem Klimakanal wurden im Zuge des Foyerneubaus (ca. 2002) Verstärkungsrippen eingebaut. Diese lasten auf den vorhandenen Einzelfundamenten ab und sind im Bereich zwischen diesen elastisch gebettet. Siehe auch Anlage H2-12 ff.

Querschnitt



Querschnitt

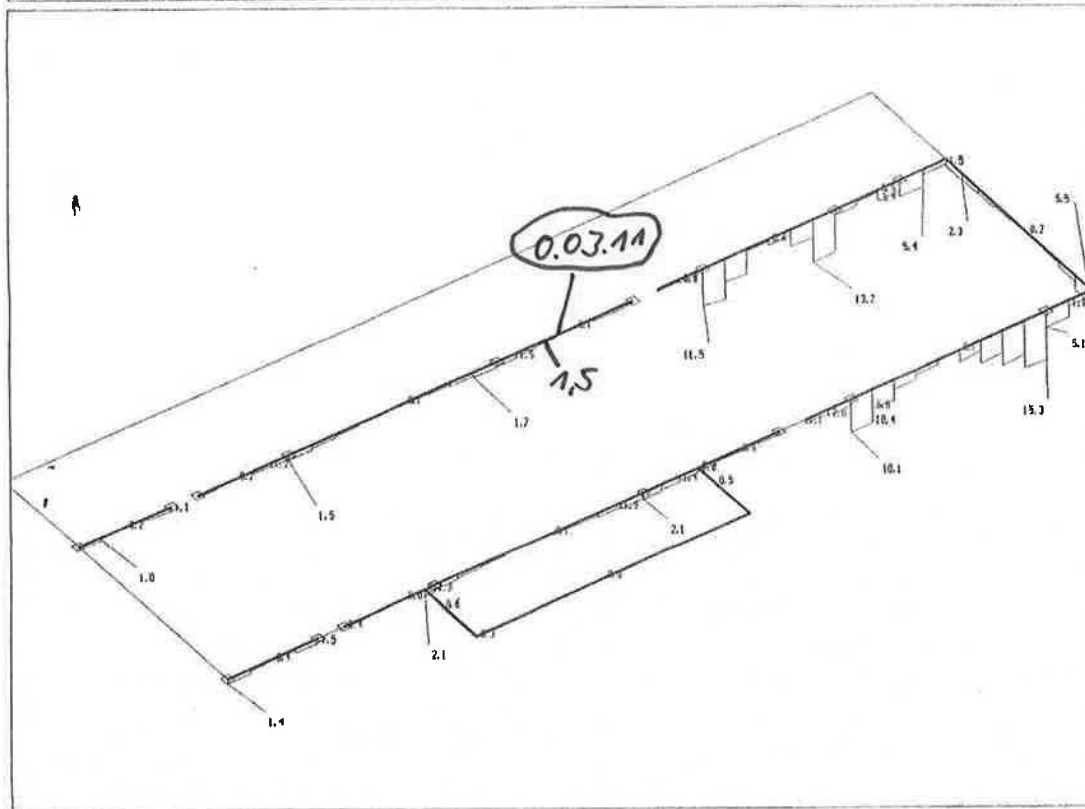
Balkenquerschnitte:
Stützbalken auf den Fundamenten



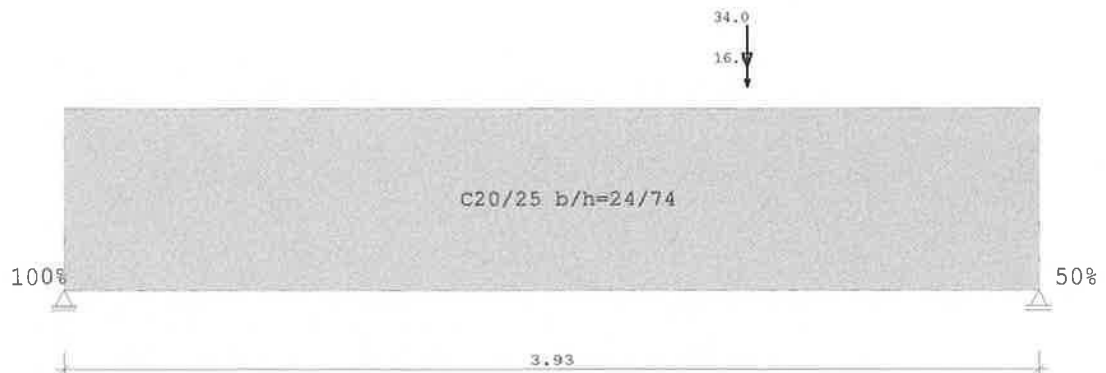
erf. $A_{S_Stütze_1}$ = 3,8 cm²
erf. $A_{S_Stütze_2}$ = 2,1 cm²
erf. A_{S_Feld} = 1,0 cm²

- Schubbewehrung

Ingenieure Ziemendorf & Effenberger GbR
16306 Beckholz-Hoyenburg, Bergstraße 8
Tel. 03332/43170, Fax 03332/431710
pl 003-DI UBS, UTM, 2. BA (ip-eg-bo) Lastfall 15: Maximale AS-Werte



System mit $l_s=3,93\text{m}$ Endenspannung (100%/50%), C20/25, BSt 500S



Stahlbetonträger C20/25 E = 24870 N/mm ² DIN 1045-1:2001							
System	Länge	Querschnittswerte					
Feld	L (m)	bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	3.93	konstant		24.0	74.0		

Stützeinspannung an den Endauflagern

links	: 100.0 %
rechts	: 50.0 %

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L						
Feld	Typ	EG	Gr	g _l /r	q _l /r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS	Phi
1	2	C		16.00	34.00	1.00	2.75		0.03.10.	

Einwirkungen:							
Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ	
C	1	Versammlungsräume	0.70	0.70	0.60	1.50	

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

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							
(kNm , kN)							
Feld		Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	x0 = 2.75	26.41	-20.65	-12.38	17.12	-32.88	2

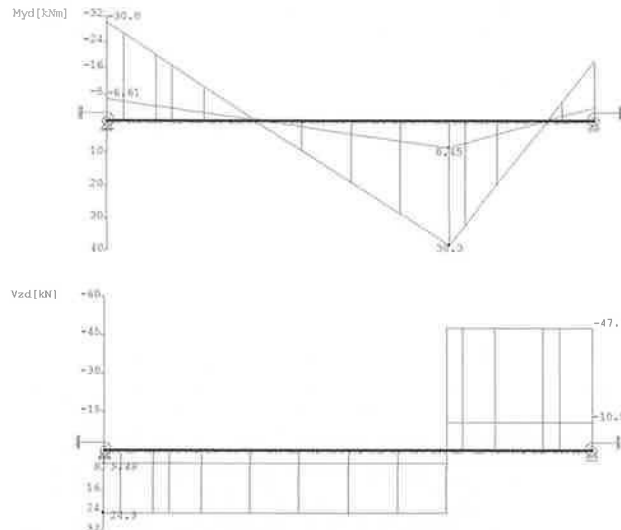
Stützmomente Maximum							
(kNm , kN)							
Stütze		M li	M re	V li	V re	max F	min F
1		0.00	-20.65	0.00	17.12	17.12	5.48
2		-12.38	0.00	-32.88	0.00	32.88	10.52

Auflagerkräfte						
(kN)						
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	5.48	11.64	0.00	17.12	17.12	5.48
2	10.52	22.36	0.00	32.88	32.88	10.52
Summe:	16.00	34.00	0.00	50.00	50.00	16.00

Ergebnisse für γ-fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert γ_G = 1.35 über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum							
(kNm , kN)							
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	x0 = 2.75	38.35	-29.98	-17.98	24.85	-47.75	C 2

Stützmomente Maximum					(kNm , kN)		
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	-29.98	0.00	24.85	24.85	5.48	C 2
2	-17.98	0.00	-47.75	0.00	47.75	10.52	1



Bemessung DIN 1045-1:2001 FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.159
C20/25 BSt 500 S(A) normalduktil

Betondeckung: $c_v = 3.5 \text{ cm} \geq \text{erf } c_v$
Bewehrungslage: $d_o = 5.1 \text{ cm}$ $d_B = 10$ $d_S = 12$
 $d_u = 5.2 \text{ cm}$ $d_B = 10$ $d_S = 14$
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 13.1.1 ist in erf As enthalten.

Bemessung DIN 1045-1:2001 FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.159
C20/25 BSt 500 S(A) normalduktil

Kriechbeiwert: $\phi = 3.57$ $\epsilon_{cs} = 0.58 \text{ ‰}$ $h_0 = 22.50 \text{ cm}$

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

Mindestmomente nach DIN 1045-1 13.1.1 $f_{ctm} = 2.21 \text{ N/mm}^2$					
Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm ²)	min Mo (kNm)	erf As (cm ²)	
1	48.42	1.56	-48.42	1.56	24.0/74.0

Feldbewehrung								
Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	komb
1	2.75	38.3		68.8	0.06	1.6	0.0 *	C 2
	0.37	-20.8	-20.8	68.9	0.04	0.0	1.6 *	C 2

* Mindestbewehrung nach DIN 1045-1 13.1.1 (1)
Am ersten Auflager sind mindestens 1.6 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 1.6 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Stützbewehrung								
Stütze Nr.	x (m)	Myd (kNm)	Bem. Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm ²)	Aso (cm ²)	komb
1 re	0.00	-30.0	-30.0	68.9	0.05	0.0	1.6 *	C 2
2 li	0.00	-18.0	-18.0	68.9	0.04	0.0	1.6 *	C 2

* Mindestbewehrung nach DIN 1045-1 13.1.1 (1)

Querkraftbewehrung BSt 500 S(A)									
Stütze Nr.	Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm ² /m)	komb
1 re	0.69	0.89	24.9	18.4	96.0	375.8	30.0	1.7~	C 2
1 *	1.38	0.89	24.9	19.4	95.8	392.4	30.0	1.7~	C 2
2 li	0.69	0.89	-47.7	18.4	95.8	375.2	~	~	C 2
2 li	0.69	0.89	-32.8#	18.4	95.8	375.2	30.0	1.7~	C 2
2 *	1.38	0.89	24.9	19.4	95.8	392.4	30.0	1.7~	C 2

Ved mit # -> abgeminderte Einzellast
 ~ am Zellenende: Mindestbügelbewehrung
 Der max. Bügelabstand wird mit $\Theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

$$\begin{aligned} \text{erf.}A_{S_Stütze_1_Zusatz} &= 1,6 \text{ cm}^2 \\ \text{erf.}A_{S_Stütze_2_Zusatz} &= 1,6 \text{ cm}^2 \\ \text{erf.}A_{S_Feld_Zusatz} &= 1,6 \text{ cm}^2 \\ \text{erf.}A_{S_Bgl_Zusatz} &= 1,7 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Nachweis erf./ vorh. Bewehrung

$$\begin{aligned} (\text{erf.}A_{S_Stütze_1} + \text{erf.}A_{S_Stütze_1_Zusatz}) / \text{vorh.}A_{S_Stütze_1} &= 0,95 < 1,0 \\ (\text{erf.}A_{S_Stütze_2} + \text{erf.}A_{S_Stütze_2_Zusatz}) / \text{vorh.}A_{S_Stütze_2} &= 0,65 < 1,0 \\ (\text{erf.}A_{S_Feld} + \text{erf.}A_{S_Feld_Zusatz}) / \text{vorh.}A_{S_Feld} &= 0,31 < 1,0 \\ (\text{erf.}A_{S_Bgl} + \text{erf.}A_{S_Bgl_Zusatz}) / \text{vorh.}A_{S_Bgl} &= 0,30 < 1,0 \end{aligned}$$

0.04.1 Sturzträger Bestand

Achse 5'/1-2, Herstellung neuer Wandöffnung bis UK Bestandsunterzug
Öffnungslänge mit $b=2,02\text{m}$

gemäß Schalplan Bestand
Stahlbeton C300 mit $b/h=50/60\text{cm}$

Der Bewehrungsplan liegt nicht vor, die Bewehrung im Unterzug ist im Zuge der
Baudurchführung zu sondieren !

0.04.2 Sturzträger, 2x HEB140 neu

Verbreiterung der Durchgangsöffnung im Foyer des Veranstaltungsgebäudes

1 statisches System: siehe 3

$$\text{Stützweite } l_s = 1,97 + 2 \cdot 0,20/3 = 2,10 \text{ m}$$

2 Belastung:

aus Statik "Veranstaltungs- und Tagungshaus, 2.BA",
Ingenieure Zienendorf & Effenberger

Pos. 16.26, Seite 5.554 ff., und

Lastzusammenstellung der Wandlasten an OK Bodenplatte, Seite 5.611

Eigengewicht

$$\text{Pos. 16.26, } g = 84,99 \text{ kN/m}$$

Nutzlast

$$\text{Pos. 16.26, } p = 20,63 \text{ kN/m}$$

Eigenlast an UK Sturz durch Abzug der Wandlast mit $h=2,0\text{m}$

$$g_1 = g - 2,0 \cdot 5,4 = 74,19 \text{ kN/m}$$

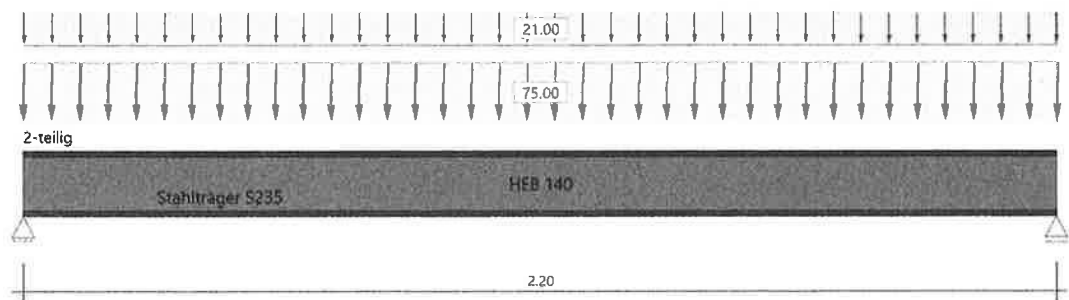
3 Nachweise, mit $l_s=2,2\text{m}$

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$$\begin{aligned} E_k &= 210000 \text{ N/mm}^2 & G_k &= 80769 \text{ N/mm}^2 \\ \gamma &= 78.50 \text{ kN/m}^3 & \mu &= 0.30 \\ & & \beta_w &= 0.80 \\ \text{Streckgrenze } t &\leq 40 \text{ mm} & f_{yk} &= 235.00 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Zugfestigkeit } t &\leq 40 \text{ mm} & f_{uk} &= 360.00 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEB 140	1509	550	216	79	43.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt	Mehrtellig
1	2.20	HEB 140	x 2

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ _x [kNm/rad]	Φ _y [kNm/rad]	Φ _z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.20	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Schubmittelpunkt

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		2.20		75.00		Nein	ständig		
	2	GL		2.20		21.00		Ja	Kat. C		

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 = 148 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K₁ = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
ψ ₂ = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ _F (γ _{G,sup} oder γ _{G,inf})
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} =	Kragarm l _{eff} / 150
	δ _{lim} =	Felder l _{eff} / 300

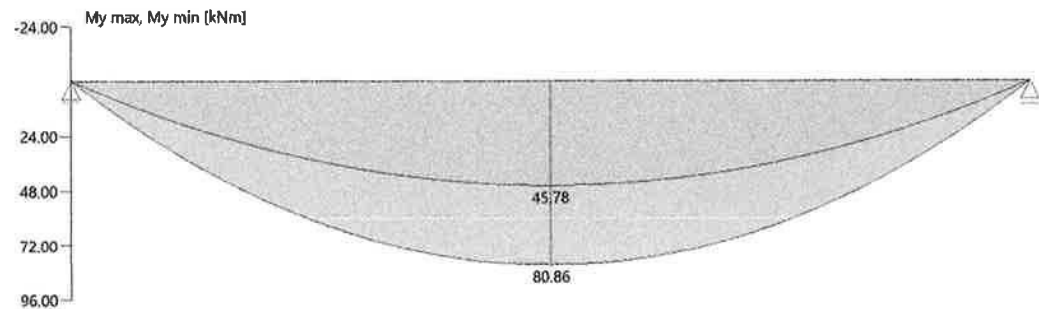
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η _{Qs}	η _{Stabi}	η _{Verformung}
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.70	0.79	0.63

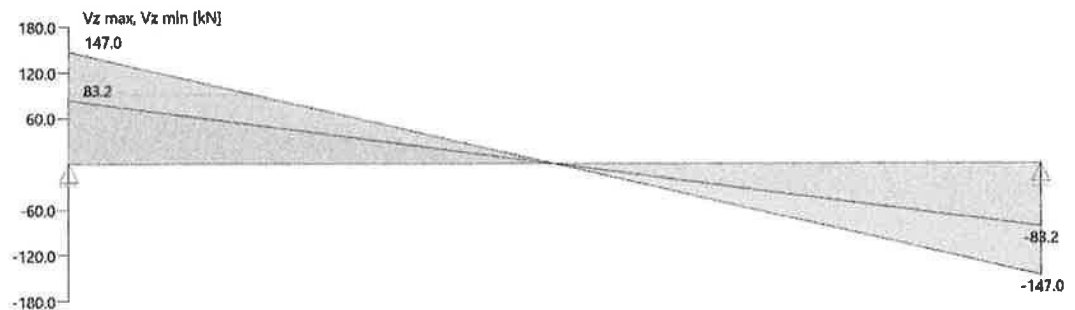
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	QkI	$V_{z,Ed}$ [kN]	ηV_z	$M_{y,Ed}$ [kNm]	ηM_y	η	Lk
Feld 1	0.00	1	73.5	0.41	0.00	0.00	0.41	1
	1.10	1	0.0	0.00	40.43	0.70	0.70	1
	2.20	1	-73.5	0.41	0.00	0.00	0.41	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	QkI	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
1.13	1	0.0	40.41	6.54	0.79	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

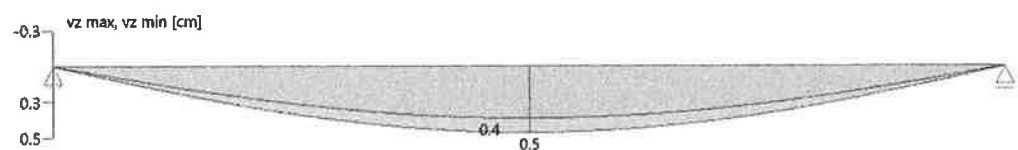
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.79$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 40.41 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 206.69 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.53 \\ \chi_{lt} &= 0.97 \\ M_{y,Rd} &= 57.77 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 1.13 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.10	0.0	-0.5	0.5	0.09	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.10	2.20	0.00	2.20	0.4	0.5	0.7	0.63	3

Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate x der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	83.24	83.24 23.10		
2	2.20	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	83.24	83.24 23.10		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	147.03 83.24			
2	2.20	Lk 1 Lk 2	147.03 83.24			

**Träger in den Drittelpunkten mit Gewindestange M16,
Druckstück miteinander verbolzen**

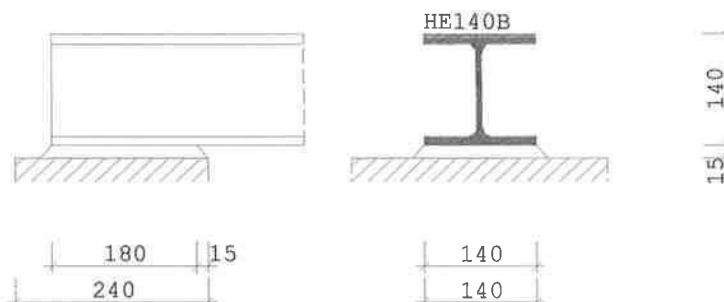
Nachweis Auflager

Auflagerlänge $l_A = 20$ cm

Bem. Wert der Auflagerkraft je Träger

$$V_{z,d} = 147,03/2$$

$$= 73,52 \text{ kN}$$



Träger auf Wand : Auflagerkraft $F_d =$		74.00 kN
Norm	DIN EN 1993	
Träger	: HE140B	
Stahl	S235	$f_{yk} = 235.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{uk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M0} = 1.00$
		$f_{vw,d} = 207.8 \text{ N/mm}^2$ $\beta_w = 0.80$ $\gamma_{M2} = 1.25$
Mauerwerk	: Mz-20-1,8-MG III	$f_y = 9.10 \text{ N/mm}^2$
Auflager	: Mörtelfuge	180 / 140 / 15 mm

Nachweis des Trägers nach EN 1993-1-5,6.6	
Mitragende Längen	$l_{eff} = 233.7 \text{ mm}$, $t_w = 7.0 \text{ mm}$
Grenzkraft	$FRd = t_w \cdot l_{eff} \cdot f_{yk} / 1.1 = 349.44 \text{ kN}$
Nachweis	$F_d / FRd = 74.00 \text{ kN} / 349.44 \text{ kN}$ $\eta_2 = 0.21 < 1$
Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Kap.6	
Schnittgrößen	$N_{Ed} = 0.00 \text{ kN}$ $V_{Ed} = 74.00 \text{ kN}$ $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$
Querschnittsklasse	1
Nachweis	$M_{Ed} = 0.0 \text{ kNm} / M_{pl,Rd} = 57.8 \text{ kNm}$ $\eta_1 = 0.00 < 1$
Nachweis	$V_{Ed} = 74.0 \text{ kN} / V_{pl,Rd} = 177.4 \text{ kN}$ $\eta = 0.42 < 1$
Nachweis	$N_{Ed} = 0.0 \text{ kN} / N_{pl,Rd} = 1009.5 \text{ kN}$ $\eta = 0.00 < 1$
Interaktion Querbelastung und Moment+N nach DIN EN 1993-1-5,7.2	
	$\eta_2 + 0.8 \cdot \eta_1 = 0.21 < 1.4$
Nachweis der Flanschbiegung	
Moment am Beginn der Ausrundung	$M_{Ed} = 4.4 \text{ kNcm}$
plast. Grenzmoment Flansch	$M_{pl,Rd} = 8.5 \text{ kNcm}$
Nachweis	$M_{Ed} = 4.4 \text{ kNcm} / M_{pl,Rd} = 8.5 \text{ kNcm}$ $\eta = 0.52 < 1$

Nachweis des Auflagers	
Hinweis: Die Knicksicherheit der Wand ist gesondert nachzuweisen.	
Bemessungsverfahren	Genaueres Verfahren
Wanddicke	24.0 cm
Wandlänge	24.0 cm
Randabstand	0.0 cm
Ausmitte	$= 24.0 \text{ cm} / 2 - 1.5 \text{ cm} - 18.0 \text{ cm} / 2 = 1.5 \text{ cm}$
Erhöhungsfaktor auf Widerstandsseite	1.00
Nachweis	$F_d / FRd = 74.00 \text{ kN} / 184.09 \text{ kN}$ $\eta = 0.40 < 1$

max $\eta = 0.52 < 1$	Flanschbiegung
-----------------------	----------------

Nachweis Auflagerpfeiler mit $b/h = 24/36,5\text{cm}$, $h = 2,2\text{m}$ Mz20/ MG III

Grundparameter

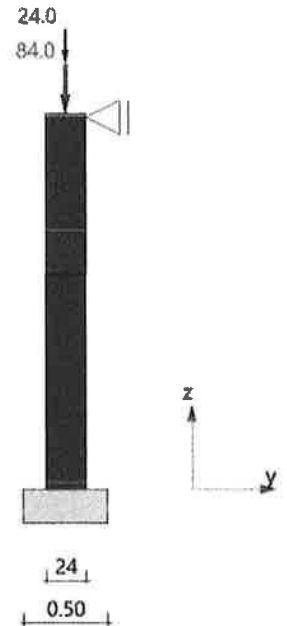
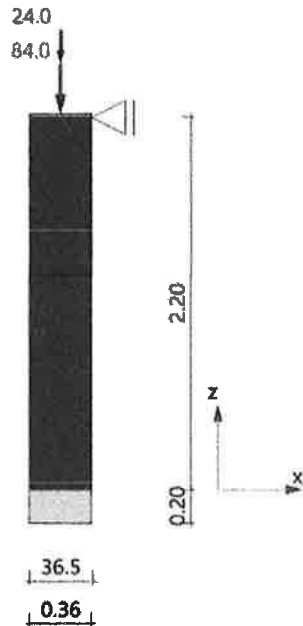
Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

Allgemeines

- Stoßfugen unvermörtelt

System



Materialeigenschaften

Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	ϕ_{∞}
MZ	20	III	1.8	Mz-20-1,8-MG III	9.10	20.00	10.00	0.22	18.00	1.0

Typ : MZ ... Mauerziegel, K5 ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
 Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
 MG : Mauergruppe nach DIN V 20000-412
 RDK : Rohdichteklasse
 ϕ_{∞} : Endkriechzahl

Pfeiler

Abmessungen			G_0 [kN]	G_z [kN]	Lagerung		Lasteinleitungsfläche			
h_s [m]	t_x [cm]	t_y [cm]			in x-Richtung	in y-Richtung	a_{x1} [cm]	a_{x2} [cm]	a_{y1} [cm]	a_{y2} [cm]
2.20	36.5	24.0	3.5	2.7	Pendelstütze	Pendelstütze	0.0	0.0	0.0	0.0

G_0 : Pfeilereigengewicht
 G_z : Eigengewichtszuschlag für Putz, Wandverkleidung etc.
 Lasteinleitungsfläche : Randabstände der Lasteinleitungsfläche

Lasten

Vertikallasten

Nr.	G [kN]	Q [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	Einwirkung
1	84.0	24.0	0.0	0.0	Kat. C: Versammlungsbereiche

G : ständiger Lastanteil
 Q : veränderlicher Lastanteil
 e_x : Ausmitte in x-Richtung
 e_y : Ausmitte in y-Richtung
 Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

0.04.3 Sturzträger, 2xHEA 140 neu

Abfangung der Beanspruchungen aus dem Wandpfeiler im EG, OG
(Einbau neue Durchgangsöffnung im Bereich Achse 5// A-B)

1 statisches System: siehe 3

$$\text{Stützweite } l_s = 2,02 + 2 \cdot 0,20/3 = 2,15 \text{ m}$$

2 Belastung:

aus Statik "Veranstaltungs- und Tagungshaus, 2.BA",
Ingenieure Zienendorf & Effenberger
Pos. 16.25, Seite 5.553 ff., und
Lastzusammenstellung der Wandlasten an OK Bodenplatte, Seite 5.611

Eigengewicht

aus Übermauerung bis UK Decke über EG

$$h_{MW} = 1,15 + 0,7 = 1,85 \text{ m}$$

$$g_{MW} = 18 \cdot (0,365 + 0,02) = 6,93 \text{ kN/m}^2$$

$$g_W = h_{MW} \cdot g_{MW} = 12,82 \text{ kN/m}$$

Wandpfeiler, aus Bestandsstatik

$$\text{Pos. 16.25, } G = 72,74 \text{ kN}$$

Nutzlast

$$\text{Pos. 16.25, } P = 10,81 \text{ kN}$$

als Linienlast über Aufstandslänge

$$l_A = 0,49 \text{ m}$$

$$p = P/l_A = 22,06 \text{ kN/m}$$

Eigenlast an UK Sturz durch Abzug des Pfeilereigengewichtes mit $h=2,0\text{m}$

$$G_1 = G - 18 \cdot 0,365 \cdot 0,49 \cdot 2,0 = 66,30 \text{ kN}$$

Linienlast

$$g_1 = G_1/l_A = 135,31 \text{ kN/m}$$

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	TL	1.15	0.49		136.00	136.00	Nein	ständig		
	2	TL	1.15	0.49		23.00	23.00	Ja	Kat. C		
	3	GL		2.20		13.00		Nein	ständig		
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast Art : 1- Gleichstreckenlast (GL), 4- Trapezlast (TL), 5 - Dreieckslast (DL) A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe											

Eigengewicht

Gesamtgewicht $\approx 108 \text{ kg}$ mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 $\rightarrow k_F = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

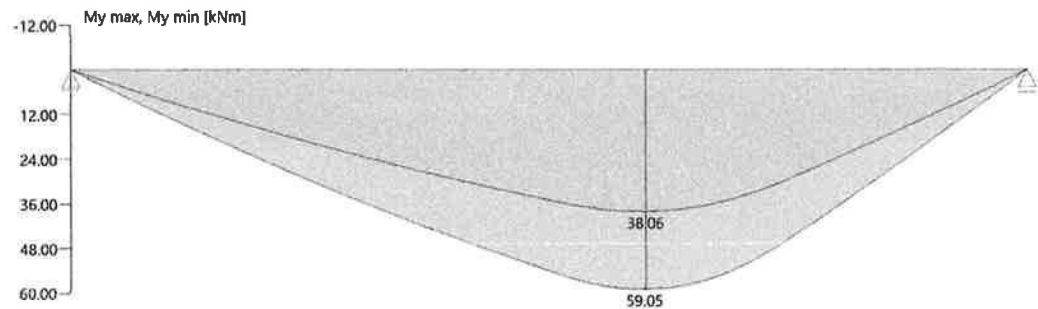
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	$\eta_{Stabi.}$	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.72	0.83	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.61

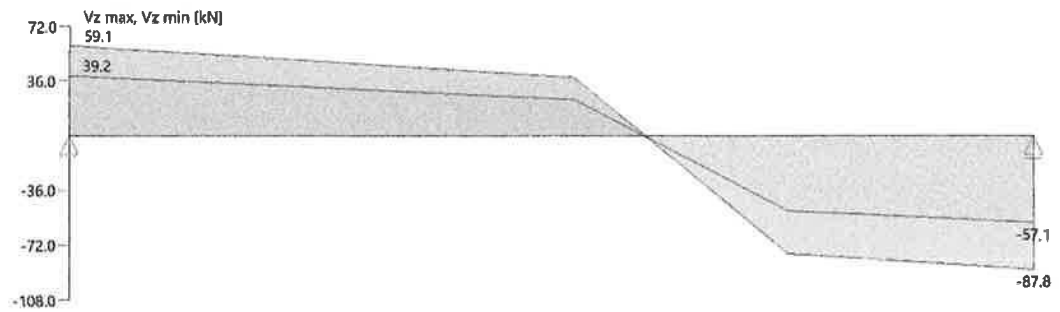
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	ηV_z	$M_{y,Ed}$ [kNm]	ηM_y	η	Lk
Feld 1	0.00	1	29.6	0.22	0.00	0.00	0.22	1
	1.31	1	0.0	0.00	29.53	0.72	0.72	1
	2.20	1	-43.9	0.32	0.00	0.00	0.32	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
1.30	1	0.0	29.51	6.54	0.83	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

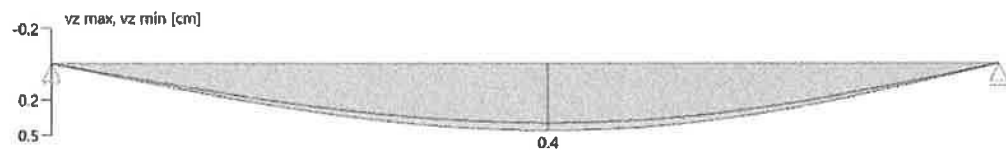
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.83$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 29.51 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 125.36 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.57 \\ \chi_{lt} &= 0.96 \\ M_{y,Rd} &= 40.86 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 1.30 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.16	0.0	-0.4	0.4	0.09	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{zd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.16	2.20	0.00	2.20	0.4	0.4	0.7	0.61	3

Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate x der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	39.23	39.23 4.12		
2	2.20	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	57.10	57.10 7.15		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	59.14 39.23			
2	2.20	Lk 1 Lk 2	87.80 57.10			

**Träger in den Drittelpunkten mit Gewindestange M16,
Druckstück miteinander verbolzen**

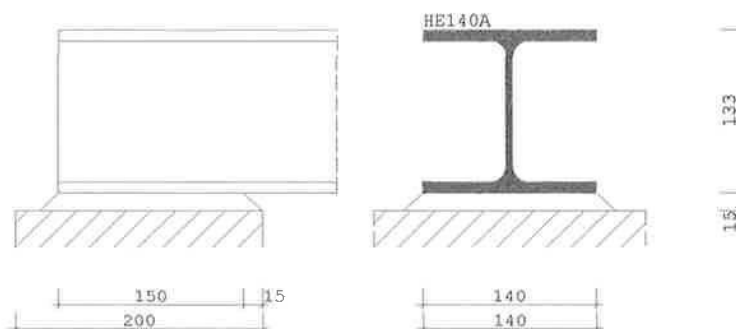
Nachweis Auflager

Auflagerlänge $l_A=20\text{cm}$

Bem. Wert der Auflagerkraft je Träger, Aufl. 2

$$V_{z,d} = 87,8/2$$

$$= 43,90 \text{ kN}$$



Träger auf Wand : Auflagerkraft $F_d =$		44.00 kN
Norm	DIN EN 1993	
Träger	: HE140A	
Stahl	S235 $f_{yk} = 235.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{uk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M0} = 1.00$	
	$f_{w,d} = 207.8 \text{ N/mm}^2$ $\beta_w = 0.80$ $\gamma_{M2} = 1.25$	
Mauerwerk	: Mz-20-1,8-MG III $f_y = 9.10 \text{ N/mm}^2$	
Auflager	: Mörtelfuge 150 / 140 / 15 mm	

Nachweis des Trägers nach EN 1993-1-5,6.6			
Mittragende Längen	$l_{eff} = 192.9 \text{ mm}$	$t_w = 5.5 \text{ mm}$	
Grenzkraft	$FRd = t_w \cdot l_{eff} \cdot f_{yk} / 1.1$	$= 226.64 \text{ kN}$	
Nachweis	F_d / FRd	$= 44.00 \text{ kN} / 226.64 \text{ kN}$	$\eta_2 = 0.19 < 1$
Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Kap.6			
Schnittgrößen	N_{Ed}	$= 0.00 \text{ kN}$	
	V_{Ed}	$= 44.00 \text{ kN}$	
	M_{Ed}	$= 0.00 \text{ kNm}$	
Querschnittsklasse	1		
Nachweis	M_{Ed}	$= 0.0 \text{ kNm} / M_{pl,Rd} = 40.9 \text{ kNm}$	$\eta_1 = 0.00 < 1$
Nachweis	V_{Ed}	$= 44.0 \text{ kN} / V_{pl,Rd} = 137.4 \text{ kN}$	$\eta = 0.32 < 1$
Nachweis	N_{Ed}	$= 0.0 \text{ kN} / N_{pl,Rd} = 738.3 \text{ kN}$	$\eta = 0.00 < 1$
Interaktion Querbelastrung und Moment+N nach DIN EN 1993-1-5,7.2			
		$\eta_2 + 0.8 \cdot \eta_1$	$= 0.19 < 1.4$
Nachweis der Flanschbiegung			
Moment am Beginn der Ausrundung	M_{Ed}	$= 3.2 \text{ kNcm}$	
plast. Grenzmoment Flansch	$M_{pl,Rd}$	$= 4.2 \text{ kNcm}$	
Nachweis	M_{Ed}	$= 3.2 \text{ kNcm} / M_{pl,Rd} = 4.2 \text{ kNcm}$	$\eta = 0.75 < 1$
Nachweis des Auflagers			
Hinweis: Die Knicksicherheit der Wand ist gesondert nachzuweisen.			
Bemessungsverfahren	Genaueres Verfahren		
Wanddicke			20.0 cm
Wandlänge			24.0 cm
Randabstand			0.0 cm
Ausmitte	$= 20.0 \text{ cm} / 2 - 1.5 \text{ cm} - 15.0 \text{ cm} / 2$		$= 1.0 \text{ cm}$
Erhöhungsfaktor auf Widerstandsseite			1.00
Nachweis	F_d / FRd	$= 44.00 \text{ kN} / 157.79 \text{ kN}$	
Nachweis des Auflagers			
		η	$= 0.28 < 1$
max $\eta = 0.75 \leq 1$ Flanschbiegung			

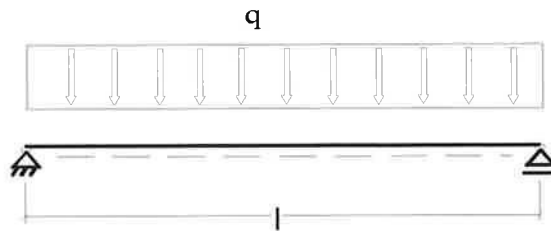
Auflagerpfeiler

mit $b/h = 24/36,5 \text{ cm}$, $h = 2,2 \text{ m}$ mit Mz20/ MG III

Nachweis bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 0.04.2

0.04.4 Tüersturz ZFS Typ 2 (11,5x11,3x125cm)

Statisches System:



Lichte Weite:

$$l_w = 1,010 \text{ m}$$

Auflagerlänge:

$$l_a = 0,120 \text{ m}$$

Länge der Ziegelflachsturzes

$$l_s = l_w + 2 \cdot l_a = 1,25 \text{ m}$$

Belastung:

aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand $d_{MW} = 11,5 \text{ cm}$, beidseitig verputzt

$$g_{MW} = 18 \cdot (0,115 + 2 \cdot 0,02) = 2,79 \text{ kN/m}^2$$

Höhe der Übermauerung, maßgebend Höhe bis UK Decke

$$h_{MW} = \text{ABS}(-0,28 - (-3,3 + 2,135)) = 0,89 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast } g_{MW} = g_{MW} \cdot h_{MW} = 2,48 \text{ kN/m}$$

$$\text{Auflast max. } q = g_{MW} = 2,48 \text{ kN/m}$$

Nachweis:

Höhe der Druckzone: $h = 0,50 \text{ m}$

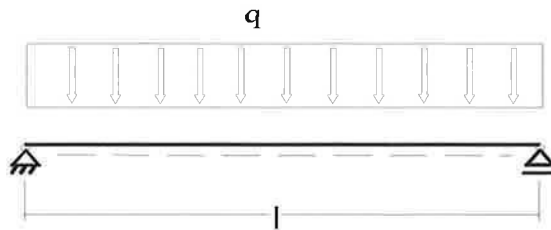
gewählt: 1x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle

$$\text{zul. } q = 1 \cdot 27,72 = 27,72 \text{ kN/m}$$

$$\text{max. } q / \text{zul. } q = \underline{\underline{0,09 < 1,0}}$$

0.04.5 Türsturz 2x ZFS Typ 4 (11,5x11,3x175cm)

Statisches System:



Lichte Weite:

$$l_w = 1,370 \text{ m}$$

Auflagerlänge:

$$l_a = 0,190 \text{ m}$$

Länge der Ziegelflachsturzes

$$l_s = l_w + 2 \cdot l_a = 1,75 \text{ m}$$

Belastung:

aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand $d_{MW} = 24 \text{ cm}$, beidseitig verputzt

$$g_{MW} = 18 \cdot (0,24 + 2 \cdot 0,02) = 5,04 \text{ kN/m}^2$$

Höhe der Übermauerung UK Sturz - UK Unterzug Bestand

$$UK = (-0,08 - 0,50) = -0,58$$

$$h_{MW} = ABS(-0,58 - (-3,3 + 2,135)) = 0,585 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast } g_{MW} = g_{MW} \cdot h_{MW} = 2,95 \text{ kN/m}$$

$$\text{Auflast max. } q = g_{MW} = 2,95 \text{ kN/m}$$

Nachweis:

Höhe der Druckzone: $h = 0,50 \text{ m}$

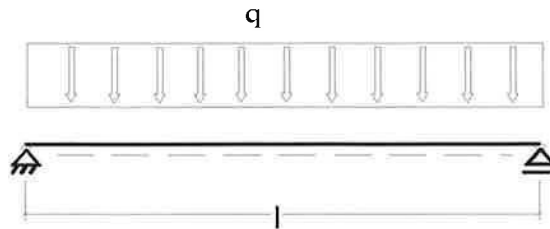
gewählt: 2x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle

$$\text{zul. } q = 2 \cdot 12,36 = 24,72 \text{ kN/m}$$

$$\text{max. } q / \text{zul. } q = \underline{\underline{0,12 < 1,0}}$$

0.04.6 Türsturz 2x HEA 100

Statisches System:



Lichte Weite:

$$l_w = 3,040 \text{ m}$$

Auflagerlänge:

$$l_a = 0,150 \text{ m}$$

Belastung:

aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand $d_{MW} = 24 \text{ cm}$, beidseitig verputzt

$$g_{MW} = 18 \cdot (0,24 + 2 \cdot 0,02) = 5,04 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Höhe der Übermauerung, } h_{MW} = \text{ABS}(-0,28 - (-3,3 + 2,135)) = 0,885 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast } g_{MW} = g_{MW} \cdot h_{MW} = 4,46 \text{ kN/m}$$

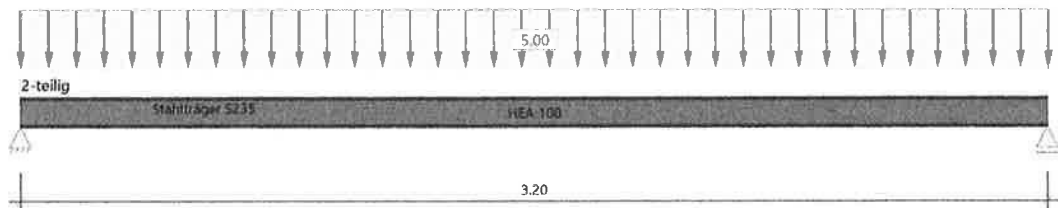
Nachweis:

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

$$\begin{aligned} E_k &= 210000 \text{ N/mm}^2 & G_k &= 80769 \text{ N/mm}^2 \\ \gamma &= 78.50 \text{ kN/m}^3 & \mu &= 0.30 \\ & & \beta_w &= 0.80 \\ \text{Streckgrenze } t &\leq 40 \text{ mm} & f_{yk} &= 235.00 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Zugfestigkeit } t &\leq 40 \text{ mm} & f_{uk} &= 360.00 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 100	349	134	73	27	21.2
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt	Mehrteilig
1	3,20	HEA 100	x 2

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.20	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Schubmittelpunkt

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.20		5.00		Nein	ständig		

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 = 107 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

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 -> $K_{F1} = 1.0$ Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{F,sup}$ oder $\gamma_{F,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

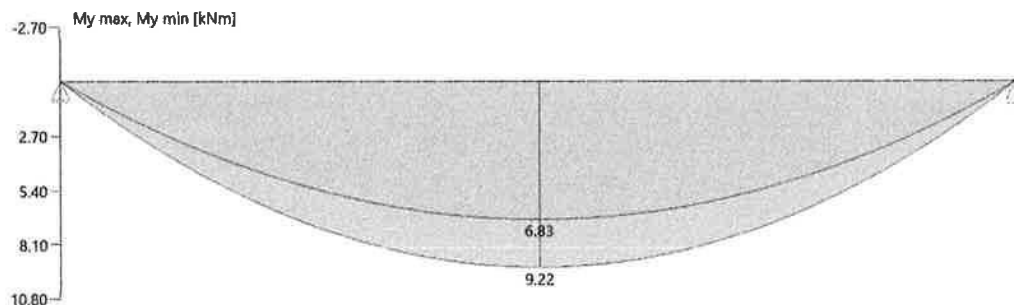
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.24	0.30	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.47

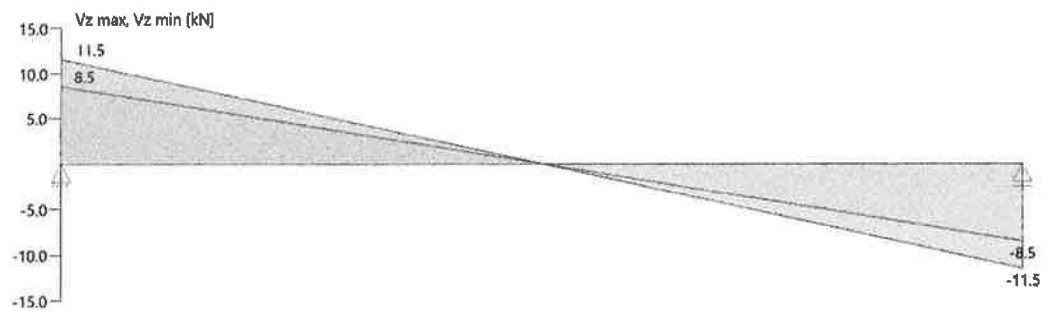
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	QkI	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	5.8	0.06	0.00	0.00	0.06	1
	1.60	1	0.0	0.00	4.61	0.24	0.24	1
	3.20	1	-5.8	0.06	0.00	0.00	0.06	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	QkI	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
1.60	1	0.0	4.61	6.54	0.30	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normkraft (Gl. 6.54)

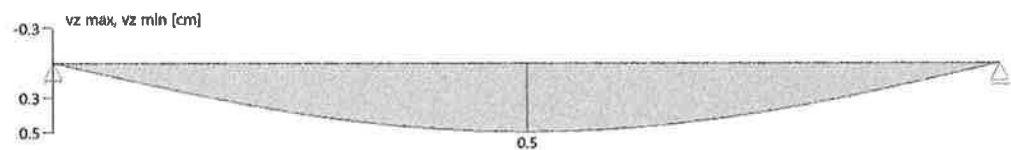
$$M_{y,Ed} / (\chi_{it} \cdot M_{y,Rd}) = 0.30$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 4.61 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 34.77 \text{ kNm} \\ \lambda_{it} &= 0.75 \\ \chi_{it} &= 0.87 \\ M_{y,Rd} &= 19.57 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 1.60 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{td} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.60	0.0	-0.5	0.5	0.10	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{td} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.60	3.20	0.00	3.20	0.5	0.5	1.1	0.47	3

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate x der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,Rd}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

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	8.53	8.53		
2	3.20	ständig	8.53	8.53		

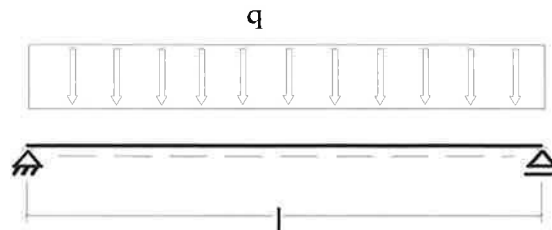
Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	11.52			
		Lk 2	8.53			
2	3.20	Lk 1	11.52			
		Lk 2	8.53			

**Träger in den Drittelpunkten mit Gewindestange M16,
 Druckstück miteinander verbolzen**

0.04.7 Türsturz ZFS Typ 1 (11,5x11,3x100cm)

Statisches System:



Lichte Weite:

$$l_w = 0,760 \text{ m}$$

Auflagerlänge:

$$l_a = 0,120 \text{ m}$$

Länge der Ziegelflachsturzes

$$l_s = l_w + 2 * l_a = 1,00 \text{ m}$$

Belastung:

aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand $d_{MW} = 11,5 \text{ cm}$, beidseitig verputzt

$$g_{MW} = 18 * (0,115 + 2 * 0,02) = 2,79 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Höhe der Übermauerung, } h_{MW} = \text{ABS}(-0,28 - (-3,3 + 2,135)) = 0,885 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast } g_{MW} = g_{MW} * h_{MW} = 2,47 \text{ kN/m}$$

$$\text{Auflast max. } q = g_{MW} = 2,47 \text{ kN/m}$$

Nachweis:

Höhe der Druckzone: $h = 0,50 \text{ m}$

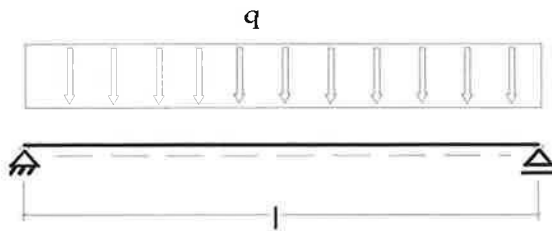
gewählt: 1x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle

$$\text{zul. } q = 1 * 33,86 = 33,86 \text{ kN/m}$$

$$\text{max. } q / \text{zul. } q = 0,07 < 1,0$$

0.04.8 Türsturz 2x HEB 120

Statisches System:



Lichte Weite:

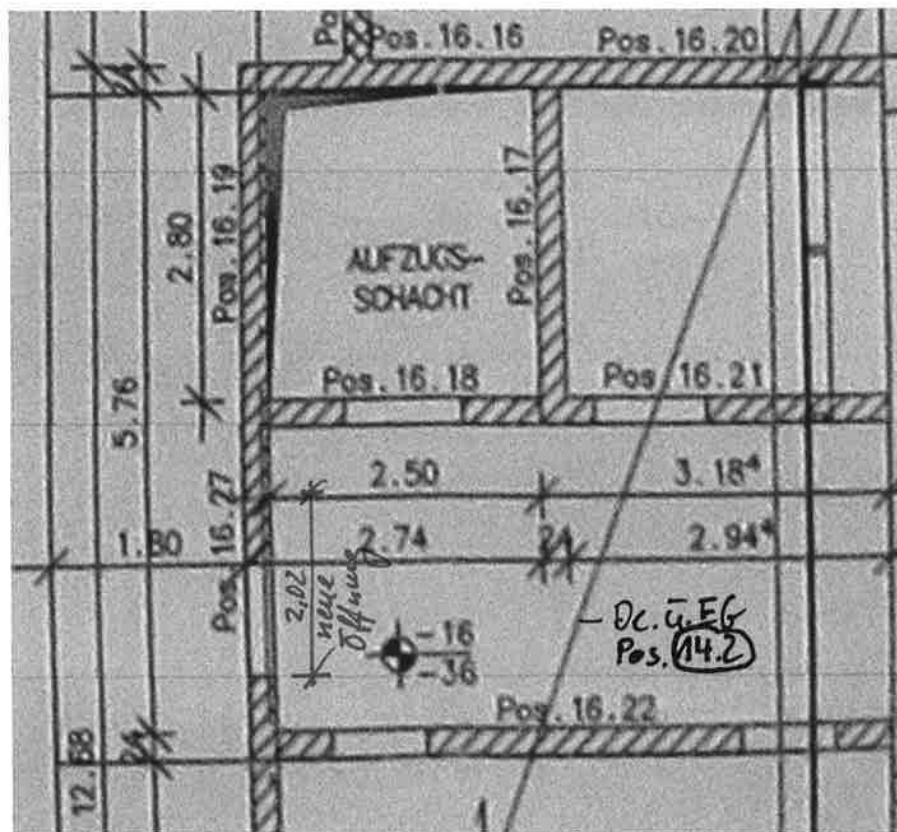
$$l_w = 2,020 \text{ m}$$

Auflagerlänge:

$$l_a = 0,150 \text{ m}$$

$$\text{Stützweite } l_s = l_w + 2 \cdot l_a / 3 = 2,12 \text{ m}$$

Belastung: siehe auch Bestandsstatik Pos. 16.27 (Wandabschnitt), 14.2 (Decke über EG)
Auszug:



Pos. 16.27 Innenwand im EG

Wanddicke 24 cm

Wandlänge	1,33 m
-----------	--------

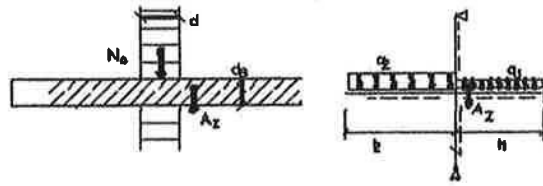
dreiseitig gehaltene Wand

Belastung durch EG-Decke mit Kragplatte und Wand im OG

Deckenspannweite 2,96 m

Kragplattenlänge 1,92 m

Knoten Wand/Decke EG



Abmessungen:

Geschoßhöhe OG h_o =	3,85 m
(bis Mitte Ringbalken)	
Geschoßhöhe EG h_u =	4,23 m
lichte Geschoßhöhe h_{su} =	4,03 m
Wandbreite b_u =	1,33 m
Wandstärke d_u =	24,00 cm
Deckendicke d_{Bu} =	20,00 cm
Einflußbreite Decke b_{lu} =	1,83 m
Deckenstützweite L_{lu} =	2,96 m
Kraglänge L_{2u} =	1,92 m

Baustoffe:

Mörtelgruppe M_g =	IIa
Steinfestigkeitsklasse S_{fk} =	20
σ_0 =	TAB("Mauer/Druck"; σ_D ; $M_g = M_g$; $S_{fk} = S_{fk}$) = 1,90 MN/m ²
γ =	2,0
βR_u =	$2,67 \cdot \sigma_0$ = 5,07 MN/m ²

Belastung:

aus Decke Pos. 14.2, Wand 4

g_2 =	31,25 kN/m
p_2 =	26,70 kN/m
g_{1D} =	6,60 kN/m ²
p_{1D} =	5,0 kN/m ²
g_{2D} =	6,60 kN/m ²
p_{2D} =	5,0 kN/m ²
q_{1u} =	$(g_{1D} + p_{1D}/2) \cdot b_{lu}$ = 16,65 kN/m
q_{2u} =	$(g_{2D} + p_{2D}) \cdot b_{lu}$ = 21,23 kN/m
A_{Zu} =	$(q_{1u} \cdot L_{lu}/2 + q_{2u} \cdot L_{2u})$ = 65,40 kN
N_o =	$(4,25 + 26,62) \cdot b_{lu}$ = 56,49 kN

aus Eigenlast der Übermauerung EG, OG, Innenwand $d_{MW} = 24$ cm, beidseitig verputzt

$$g_{MW} = 20 \cdot 0,24 + 18 \cdot 2 \cdot 0,015 = 5,34 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Höhe der Übermauerung, } h_{MW} = (4,23 + 3,85 - 2,01) = 6,07 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast } g_{MW} = g_{MW} \cdot h_{MW} = 32,41 \text{ kN/m}$$

aus Decke über EG, Pos. 14.2 Bestandsstatik

$$g_{De_EG} = 31,25 \text{ kN/m}$$

$$q_{De_EG} = 26,70 \text{ kN/m}$$

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 : Zusammenhörigkeitsgruppe
 Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	Wand
2	Decke ü. EG
3	Decke ü. EG

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 113 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{\psi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

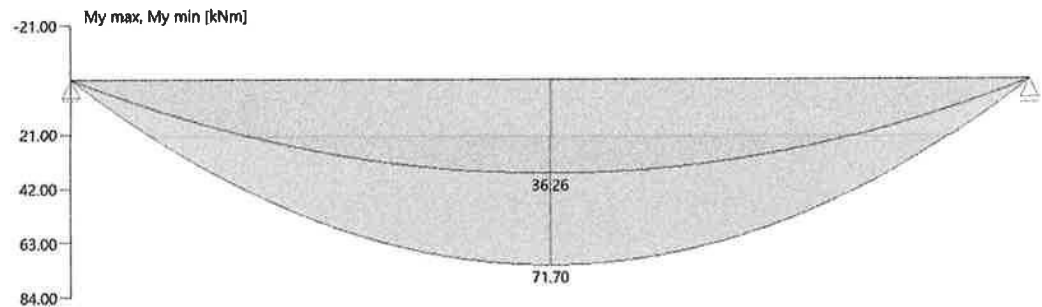
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabl}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.92	1.01	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.94

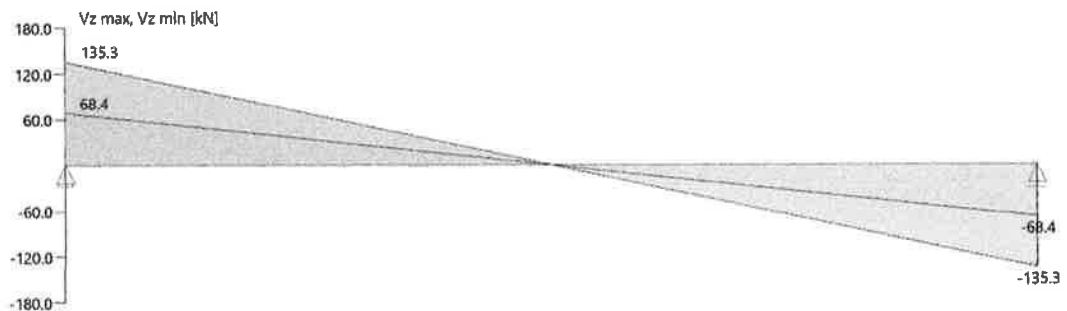
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	67.6	0.45	0.00	0.00	0.45	1
	1.06	1	0.0	0.00	35.85	0.92	0.92	1
	2.12	1	-67.6	0.45	0.00	0.00	0.45	1

Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
1.06	1	0.0	35.85	6.54	1.01	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

~1,0

$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) = 1.01!$$

$M_{y,Ed}$	=	35.85 kNm
M_{cr}	=	311.83 kNm
λ_{lt}	=	0.35
χ_{lt}	=	1.00
$M_{y,Rd}$	=	38.90 kNm
γ_{M1}	=	1.10

Nachweis für Lk 1 bei x = 1.06 m nach Gl. (6.54) nicht erfüllt!

Grafik Verformungen

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0$ cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.06	0.0	-0.7	0.7	0.13	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.06	2.12	0.00	2.12	0.5	0.7	0.7	0.94	3

Feld	: Bezeichnung
x	: Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff}	: effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$	: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$	: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$	: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Ed}$	: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
$f_{z,cd}$	: größte Auslastung der berechneten Stelle
η	: Lastfallkombination
Lfk	: Lastfallkombination

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 Kat. C: Versammlungsbereiche	68.41	68.41 28.62		
2	2.12	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	68.41	68.41 28.62		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	135.28			
		Lk 2	68.41			
2	2.12	Lk 1	135.28			
		Lk 2	68.41			

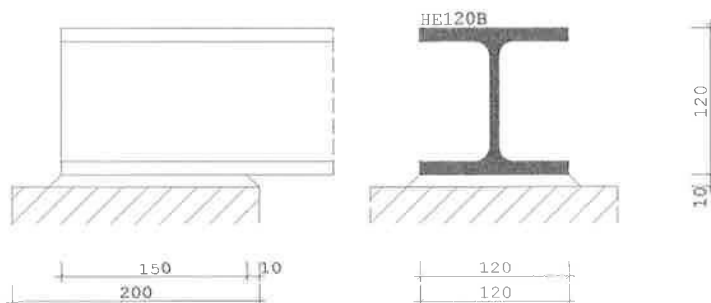
Träger in den Drittelpunkten mit Gewindestange M16,
 Druckstück miteinander verbolzen

Trägerauflager
je Träger, $F_{z,d} =$

135,3/2

=

67,65 kN



Träger auf Wand : Auflagerkraft $F_d =$		70.00 kN
Norm	DIN EN 1993	
Träger	HE120B	
Stahl	S235 $f_{yk} = 235.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{uk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M0} = 1.00$	
	$f_{w,d} = 207.8 \text{ N/mm}^2$ $\beta_w = 0.80$ $\gamma_{M2} = 1.25$	
Mauerwerk	Mz-20-2,0-MG IIa $f_y = 8.10 \text{ N/mm}^2$	
Auflager	Mörtelfuge 150 / 120 / 10 mm	

Nachweis des Trägers nach EN 1993-1-5,6.6

Mitragende Längen	$l_{eff} = 197.3 \text{ mm}$, $t_w = 6.5 \text{ mm}$
Grenzkraft	$FRd = t_w \cdot l_{eff} \cdot f_{yk} / 1.1 = 273.93 \text{ kN}$
Nachweis	$F_d / FRd = 70.00 \text{ kN} / 273.93 \text{ kN}$ $\eta_2 = 0.26 < 1$

Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Kap.6

Schnittgrößen	$N_{Ed} = 0.00 \text{ kN}$	$V_{Ed} = 70.00 \text{ kN}$	$M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$
Querschnittsklasse	1		
Nachweis	$M_{Ed} = 0.0 \text{ kNm} / M_{pl,Rd} = 38.9 \text{ kNm}$	$\eta_1 = 0.00 < 1$	
Nachweis	$V_{Ed} = 70.0 \text{ kN} / V_{pl,Rd} = 148.7 \text{ kN}$	$\eta = 0.47 < 1$	
Nachweis	$N_{Ed} = 0.0 \text{ kN} / N_{pl,Rd} = 799.1 \text{ kN}$	$\eta = 0.00 < 1$	

Interaktion Querbelastung und Moment+N nach DIN EN 1993-1-5,7.2

$$\eta_2 + 0.8 \cdot \eta_1 = 0.26 < 1.4$$

Nachweis der Flanschbiegung

Moment am Beginn der Ausrundung	$M_{Ed} = 3.9 \text{ kNcm}$	$M_{pl,Rd} = 7.1 \text{ kNcm}$
plast. Grenzmoment Flansch		
Nachweis	$M_{Ed} = 3.9 \text{ kNcm} / M_{pl,Rd} = 7.1 \text{ kNcm}$	$\eta = 0.55 < 1$

Nachweis des Auflagers

Hinweis: Die Knicksicherheit der Wand ist gesondert nachzuweisen.

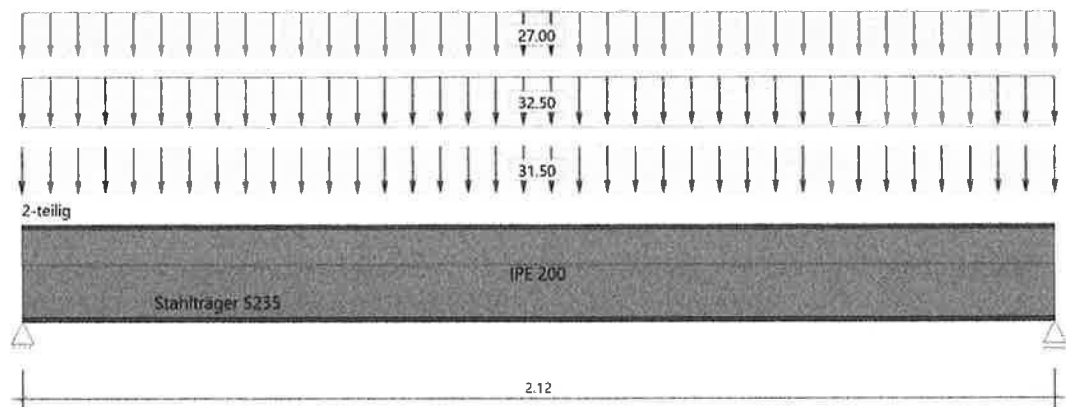
Bemessungsverfahren	Genaueres Verfahren	
Wanddicke	20.0 cm	
Wandlänge	150.0 cm	
Randabstand	50.0 cm	
Ausmitte	$= 20.0 \text{ cm} / 2 - 1.0 \text{ cm} - 15.0 \text{ cm} / 2 = 1.5 \text{ cm}$	
Erhöhungsfaktor auf Widerstandsseite	1.37	
Nachweis	$F_d / FRd = 70.00 \text{ kN} / 149.37 \text{ kN}$	$\eta = 0.47 < 1$

Nachweis des Auflagers

max $\eta = 0.55 \leq 1$ Flanschbiegung

alternativ: 2x IPE200, S235
System, Belastung wie siehe oben

System



Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
IPE 200	1943	142	194	28	28.5
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt	Mehrteilig
1	2.12	IPE 200	x 2

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.12	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in den Viertelpunkten am Schubmittelpunkt

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 95 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabl}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.69	0.81	0.42

Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	η_{Vz}	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{My}	η	Lk
Feld 1	0.00	1	67.6	0.36	0.00	0.00	0.36	1
	1.06	1	0.0	0.00	35.82	0.69	0.69	1
	2.12	1	-67.6	0.36	0.00	0.00	0.36	1

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
1.06	1	0.0	35.82	6.54	0.81	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) = 0.81$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= 35.82 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 141.66 \text{ kNm} \\ \lambda_{lt} &= 0.61 \\ \chi_{lt} &= 0.94 \\ M_{y,Rd} &= 52.00 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lk 1 bei x = 1.06 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.06	0.0	-0.3	0.3	0.06	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.06	2.12	0.00	2.12	0.2	0.3	0.7	0.42	3

Feld	Bezeichnung
x	Koordinate x der berechneten Stelle
l_{eff}	effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$	Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$	Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$	Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$	Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$	zulässige Verschiebung aus l_{eff}
η	größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk	Lastfallkombination

Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

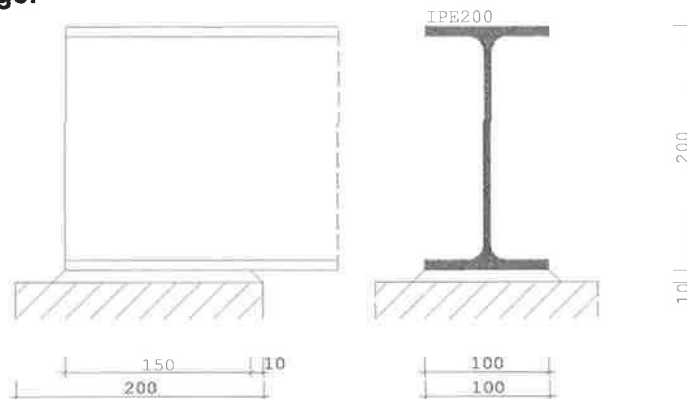
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	68.31	68.31 28.62		
2	2.12	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	68.31	68.31 28.62		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	135.15			
		Lk 2	68.31			
2	2.12	Lk 1	135.15			
		Lk 2	68.31			

Träger in den Drittelpunkten mit Gewindestange M16,
Druckstücke miteinander verbolzen

Trägerauflager



Träger auf Wand : Auflagerkraft $F_d =$		70.00 kN
Norm	DIN EN 1993	
Träger	: IPE200	
Stahl	S235 $f_{yk} = 235.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{uk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M0} = 1.00$	
	$f_{vw,d} = 207.8 \text{ N/mm}^2$ $\beta_w = 0.80$ $\gamma_{M2} = 1.25$	
Mauerwerk	: Mz-20-2,0-MG IIa $f_y = 8.10 \text{ N/mm}^2$	
Auflager	: Mörtelfuge 150 / 100 / 10 mm	

Nachweis des Trägers nach EN 1993-1-5,6.6	
Mitragende Längen	$l_{eff} = 185.9 \text{ mm}$, $t_w = 5.6 \text{ mm}$
Grenzkraft	$FR_d = t_w \cdot l_{eff} \cdot f_{yk} / 1.1 = 222.43 \text{ kN}$
Nachweis	$F_d / FR_d = 70.00 \text{ kN} / 222.43 \text{ kN}$ $\eta_2 = 0.31 < 1$
Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Kap.6	
Schnittgrößen	$N_{Ed} = 0.00 \text{ kN}$ $V_{Ed} = 70.00 \text{ kN}$ $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$
Querschnittsklasse	1
Nachweis	$M_{Ed} = 0.0 \text{ kNm} / M_{pl,Rd} = 52.0 \text{ kNm}$ $\eta_1 = 0.00 < 1$
Nachweis	$V_{Ed} = 70.0 \text{ kN} / V_{pl,Rd} = 189.9 \text{ kN}$ $\eta = 0.37 < 1$
Nachweis	$N_{Ed} = 0.0 \text{ kN} / N_{pl,Rd} = 669.4 \text{ kN}$ $\eta = 0.00 < 1$
Interaktion Querbelastung und Moment+N nach DIN EN 1993-1-5,7.2	
$\eta_2 + 0.8 \cdot \eta_1 = 0.31 < 1.4$	
Nachweis der Flanschbiegung	
Moment am Beginn der Ausrundung	$M_{Ed} = 2.9 \text{ kNcm}$
plast. Grenzmoment Flansch	$M_{pl,Rd} = 4.2 \text{ kNcm}$
Nachweis	$M_{Ed} = 2.9 \text{ kNcm} / M_{pl,Rd} = 4.2 \text{ kNcm}$ $\eta = 0.68 < 1$

Nachweis des Auflagers	
Hinweis: Die Knicksicherheit der Wand ist gesondert nachzuweisen.	
Bemessungsverfahren	Genaueres Verfahren
Wanddicke	20.0 cm
Wandlänge	150.0 cm
Randabstand	50.0 cm

Nachweis des Auflagers	
Ausmitte	$= 20.0 \text{ cm} / 2 - 1.0 \text{ cm} - 15.0 \text{ cm} / 2 = 1.5 \text{ cm}$
Erhöhungsfaktor auf Widerstandsseite	1.37
Nachweis	$F_d / FR_d = 70.00 \text{ kN} / 128.04 \text{ kN}$ $\eta = 0.55 < 1$

max $\eta = 0.68 \leq 1$	Flanschbiegung
--------------------------	----------------

0.S1 Stahlbetonstütze vor Bestandsstütze, Achse A/9

b/h= 30/50cm, C25/30

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus der Stütze im OG, Pos. 1.06.9.1,

1 statisches System:

Knicklänge, $l_k =$

3,10 m

Pendelstütze mit mögl. Ausweichrichtung z

2 Belastung

aus Pos. 1.06.9.1

Eigengewicht, $G_{1.06.9.1} = 3,04 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 25 + 25,70$

=

37,10 kN

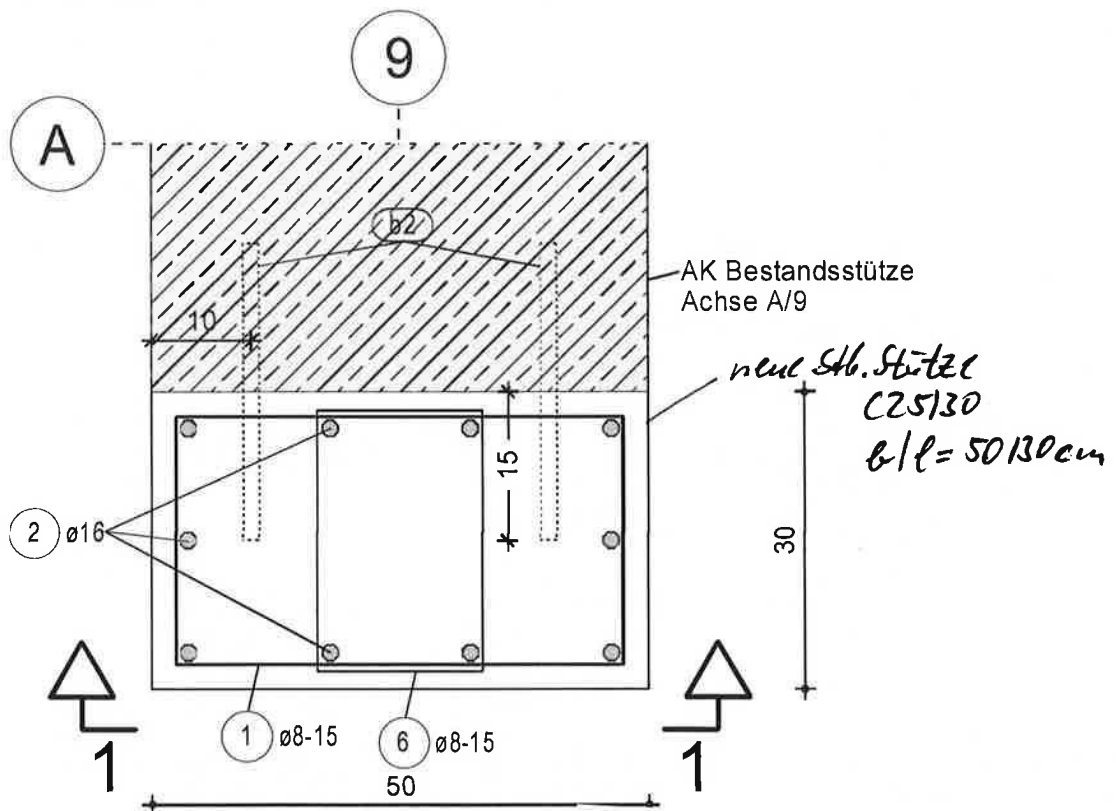
Nutzlast, $Q_{1.06.9.1} =$

11,70 kN

3 Nachweise

gewählt: längs 10 $\varnothing 16$, Bgl/ Hilfsbgl. $\varnothing 8-15$

Querschnitt

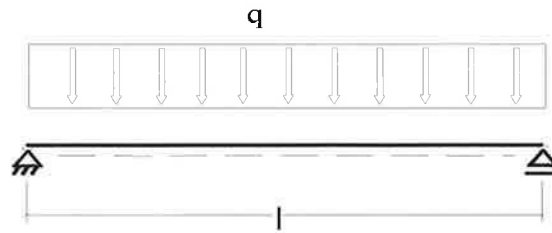


bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

I - Ebene 0

K.01 Türsturz ZFS Typ 4 (11,5x11,3x175cm)

Statisches System:



Lichte Weite:

$$l_w = 1,510 \text{ m}$$

Auflagerlänge:

$$l_a = 0,120 \text{ m}$$

Länge der Ziegelflachsturzes

$$l_s = l_w + 2 \cdot l_a = 1,75 \text{ m}$$

Belastung:

aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand, bis UK Bestandsunterzug

$d_{MW} = 11,5 \text{ cm}$, beidseitig verputzt

$$g_{MW} = 18 \cdot (0,115 + 2 \cdot 0,02) = 2,79 \text{ kN/m}^2$$

Höhe der Übermauerung bis UK UZ,

$$\text{UK UZ} = -3,30 - 0,10 - 0,60 = -4,00 \text{ m}$$

$$h_{MW} = \text{ABS}(-4,10 - (-6,60 + 2,135)) = 0,36 \text{ m}$$

$$\text{Linienlast } g_{MW} = g_{MW} \cdot h_{MW} = 1,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{Auflast max. } q = g_{MW} = 1,00 \text{ kN/m}$$

Nachweis:

Höhe der Druckzone: $h = 0,30 \text{ m}$

gewählt: 1x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle

$$\text{zul. } q = 1 \cdot 4,16 = 4,16 \text{ kN/m}$$

$$\text{max. } q / \text{zul. } q = \underline{\underline{0,24 < 1,0}}$$

J - Wände

K - Gründung

Anlagen

Nr.	Bezeichnung
1.1	Auszüge ETA-20/0917, Fa. Lindapter Hollo-Bolt Hohlraumbefestigung
2	Bemessungstabellen Ziegel- Flachstürze, Fa. Wienerberger
3	Produktinformationen Fa. Knauf, System Gifa Floor frei tragende Bodensysteme
H1	Ergebnisse der elektronischen Stütz- und Schnittgrößen- berechnung, Spannungsnachweise für Pos. 0.03 Treppe Foyer
H2	Auszug Statik, Ausführungszeichnungen 1. Nachtrag Veranstaltungs- und Tagungshaus aufgestellt 18.10.2001 durch Ing. Ziemendorf &Effenberger GbR



**Technický a zkušební ústav
stavební Praha, s.p.**
Prosecká 811/76a
190 00 Prague
Czech Republic
T: +420 286 019 400
W: www.tzus.cz



Member of



European Technical Assessment

ETA 20/0917
of 03/12/2020

General Part

Technical Assessment Body issuing the European Technical Assessment
Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.

Trade name of the construction product

Hollo-Bolt®

Product family to which the construction product belongs

Product area code: 33

Manufacturer

Lindapter International
Lindsay House
Brackenbeck Road
Bradford
West Yorkshire
BD7 2NF, United Kingdom

Manufacturing plant

Lindapter International
Lindsay House
Brackenbeck Road
Bradford
West Yorkshire
BD7 2NF, United Kingdom

This European Technical Assessment contains

18 pages including 11 Annexes, which form an integral part of this European Technical Assessment

This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of

EAD 330001-00-0602 Expanding Structural Bolting Assemblies for Blind Fastening

Translations of this European Technical Assessment in other languages shall fully correspond to the original issued document and should be identified as such.

Communication of this European Technical Assessment, including transmission by electronic means, shall be in full (excepted the confidential Annex(es) referred to above). However, partial reproduction may be made, with the written consent of the issuing Technical Assessment Body. Any partial reproduction has to be identified as such.

Annex 10: Hollo-Bolt Flush Fit

A.10.1 Materials and Dimensions of Fastener Components

Table 10.1 Material specification and reference standards

	Steel	Stainless steel
Designation	HBFF	HBSTFF
Countersunk head screw	Property class 10.9, EN ISO 10642	Austenitic grade A4, property class 70, EN ISO 3506 Dimensions in accordance with EN ISO 10642
Flush fit sleeve Conical Nut	Free cutting carbon steel, type 11SMn30, EN 10087:1999 or 11SMnPb30, EN 10087:1999 with a minimum tensile strength of 430 N/mm ² or Cold drawn steel AISI C10B21 (minimum tensile strength 470 N/mm ² according to Standard) Or Cold headed wire 20MnB4 EN 10263 (minimum tensile strength 450 N/mm ²)	Austenitic stainless steel, number 1.4404, EN 10088-3:2005 (minimum tensile strength 500 N/mm ² according to Standard)
Coating (of nut, sleeve, collar and screw)	Electrodeposited coating, EN ISO 2081 + JS500 (see technical documentation) or sherardizing to BS 4921:1988, class 1 + sheraplex coating	(not applicable)

Table 10.2 Dimensions

				M8	M10	M12
Nominal diameter	d	mm		8	10	12
Max dia of cone	d_c	mm		13	17.46	19.05
Outer dia of sleeve	d_{s1}	mm		13.75	17.75	19.75
Inner dia of sleeve	d_{s2}	mm		9	12	14
Outer dia of tapered portion	d_k	mm		23.7	29.6	32.7
Maximum Length of Screw	Size 1 Size 2 Size 3	l	mm	50 70 90	50 70 90	55 80 100
Length of sleeve	Size 1 Size 2 Size 3	l_s	mm	35 54 73	36 54 73	42 64 86
Length of tapered portion		h	mm	5	6	7

For thread dimensions and tolerances, see EN ISO 4017 (steel assemblies) or EN ISO 3506 (stainless steel assemblies).

For other dimensions and tolerances, see technical documentation.

Annex 9: Hollo-Bolt Flush Fit

A.9.1 Dimensions of Fastener Components

Hollo-Bolt Flush Fit structural bolting assemblies

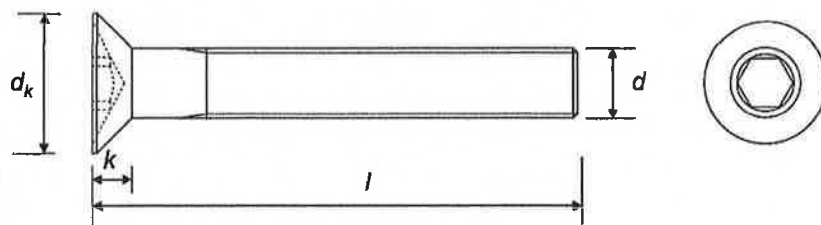


Figure 9.1 Countersunk head screw

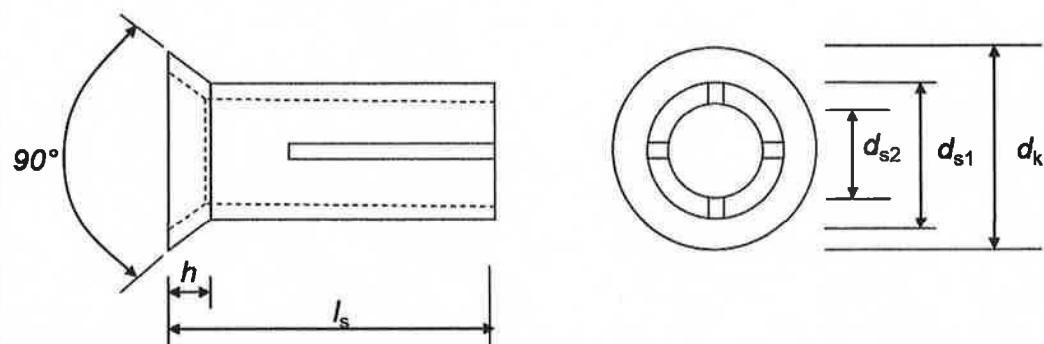


Figure 9.2 Flush fit sleeve

The dimensions of the conical nuts are the same as for corresponding nominal size of the hexagon head assemblies

Annex 11: Hollo-Bolt Flush Fit

A.11.1 Characteristic Values and Limiting Values

Table 11.1 Characteristic values of tensile and shear resistances

Designation	Nominal size	Tensile resistance $F_{t,Rk}$ (kN)	Shear resistance $F_{v,Rk}$ (kN)	Material strength of sleeve (N/mm ²)
HBFF08	M8	23.1	32.9	430
HBFF10	M10	39.6	54.2	430
HBFF12	M12	45.8	71.0	430
HBSTFF08	M8	26.8	30.7	500
HBSTFF10	M10	46.0	51.0	500
HBSTFF12	M12	53.3	65.0	500

The characteristic values are valid when the assemblies are installed in holes in steel components within the tabulated range of hole size and when the total thickness of the components into which the assemblies are installed are within the tabulated range of thickness.

Table 11.2 Limiting values of hole size and grip

Designation	Nominal size	Hole diameter (mm)		Clamped length (mm)					
		min	max	Size 1		Size 2		Size 3	
HBFF08 and HBSTFF08	M8	13.8	15.0	10	27	27	45	45	64
HBFF10 and HBSTFF10	M10	17.8	19.0	12	27	27	45	45	64
HBFF12 and HBSTFF12	M12	19.8	21.0	12	30	30	52	52	74

In addition, the outer ply (i.e. the ply directly under the collar) must be at least 8 mm thick for M8 size and 10 mm for M10 and M12 sizes.

Table 11.3 Nominal values of installation torque

Designation	Torque (Nm)
HBFF08 and HBSTFF08	23
HBFF10 and HBSTFF10	45
HBFF12 and HBSTFF12	80

Zulässige Lasten Lindapter Typ Holo-Bolt

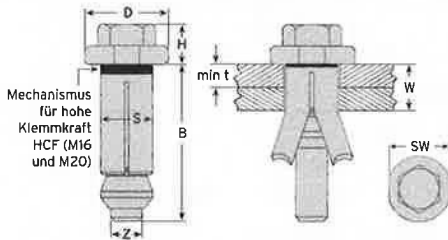
Zulässige Last charakteristische Last aus ETA	Zuglast $F_{t,Rk}$	Scherlast $F_{v,Rk}$	: 1,25 →	Zulässige Last Designlast = Char. Last / 1,25	Zuglast $F_{t,Rd}$	Scherlast $F_{v,Rd}$	Zugfestigkeit der Hülse
HB	M8	23,1 kN		HB	18,5 kN	26,3 kN	430 N/mm ²
	M10	39,6 kN			31,7 kN	43,4 kN	430 N/mm ²
	M12	45,8 kN			36,6 kN	56,8 kN	430 N/mm ²
	M16	84,3 kN			67,4 kN	111,2 kN	430 N/mm ²
	M20	124,0 kN			99,2 kN	168,8 kN	430 N/mm ²
HBST	M8	26,8 kN		HBST	21,4 kN	24,6 kN	500 N/mm ²
Edelstahl	M10	46,0 kN		Edelstahl	36,8 kN	40,8 kN	500 N/mm ²
	M12	53,3 kN			42,6 kN	52,0 kN	500 N/mm ²
	M16	98,0 kN			78,4 kN	102,4 kN	500 N/mm ²
	M20	154,0 kN			123,2 kN	164,0 kN	500 N/mm ²

Zulässige Belastungen und Anwendungstabellen

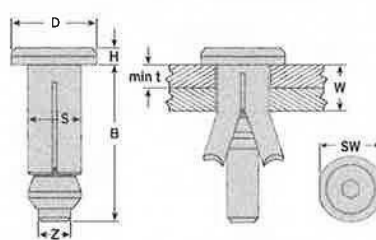
Die unten in den Tabellen angegebenen Traglasten für Zug- und Abscherung sind die Versuchsreihen mit Stahl-Hohlprofilen aus S275 entnommen. Die Angaben dienen als Richtwerte für untergeordnete Verbindungen.



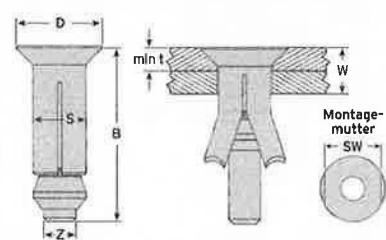
a) Sechskantschraube



b) Senkschraube



c) Flush Fit



Werkstoff: Kohlenstoffstahl oder Edelstahl (Korrosionsschutzoptionen siehe Seite 41)

a) Sechskantschraube				b) Senkschraube								Bund		Zulässige Belastung (5:1 Sicherheitsfaktor)		
Artikel- nummer	Schraube Ø Z	Höhe H mm	Länge B (max) mm	Artikel- nummer	Schraube Ø Z	Höhe H mm	Länge B (max) mm	Klemm- bereich W mm	Bauteil am Bund min t mm	Hülse Außen-Ø S mm	Ø D mm		Anzieh- moment Nm	Zug kN	Abscheren je Scherfuge kN	
											SW mm					
HB08-1	M8	10,5	45	HBCSK08-1	M8	5	45	3 - 22	-	13,75	22	19	23	4,0	5,0	
HB08-2	M8	10,5	65	HBCSK08-2	M8	5	65	22 - 41	-	13,75	22	19	23	4,0	5,0	
HB08-3	M8	10,5	85	HBCSK08-3	M8	5	85	41 - 60	-	13,75	22	19	23	4,0	5,0	
HB10-1	M10	12,5	49	HBCSK10-1	M10	6	44	3 - 22	-	17,75	29	24	45	8,5	10,0	
HB10-2	M10	12,5	64	HBCSK10-2	M10	6	64	22 - 41	-	17,75	29	24	45	8,5	10,0	
HB10-3	M10	12,5	84	HBCSK10-3	M10	6	84	41 - 60	-	17,75	29	24	45	8,5	10,0	
HB12-1	M12	14,5	53	HBCSK12-1	M12	7	48	3 - 25	-	19,75	32	30	80	10,5	15,0	
HB12-2	M12	14,5	73	HBCSK12-2	M12	7	73	25 - 47	-	19,75	32	30	80	10,5	15,0	
HB12-3	M12	14,5	93	HBCSK12-3	M12	7	93	47 - 69	-	19,75	32	30	80	10,5	15,0	
Höle-Klemmkraft (HCF)	HB16-1	M16	18	67	HBCSK16-1	M16	8	62	12 - 29	8	25,75	38	36	190	21,0	30,0
	HB16-2	M16	18	92	HBCSK16-2	M16	8	92	29 - 50	8	25,75	38	36	190	21,0	30,0
	HB16-3	M16	18	112	HBCSK16-3	M16	8	112	50 - 71	8	25,75	38	36	190	21,0	30,0
	HB20-1	M20	22,5	80	-	-	-	-	12 - 34	8	32,75	51	46	300	35,0	40,0
	HB20-2	M20	22,5	110	-	-	-	-	34 - 60	8	32,75	51	46	300	35,0	40,0
	HB20-3	M20	22,5	140	-	-	-	-	60 - 86	8	32,75	51	46	300	35,0	40,0

Werkstoff: Kohlenstoffstahl oder Edelstahl (Korrosionsschutzoptionen siehe Seite 41)

c) Flush Fit						Bund			Zulässige Belastung (5:1 Sicherheitsfaktor)	
Artikel- nummer	Senkschraube Ø Z	Länge B mm	Klemm- bereich W mm	Bauteil mit Senkung min t mm	Hülse Außen-Ø S mm	Ø D mm	Montage- mutter SW mm	Anzieh- moment Nm	Zug kN	Abscheren je Scherfuge kN
HBFF08-1	M8	50	10 - 27	8	13,75	24	19	23	4,0	5,0
HBFF08-2	M8	70	27 - 45	8	13,75	24	19	23	4,0	5,0
HBFF08-3	M8	90	45 - 64	8	13,75	24	19	23	4,0	5,0
HBFF10-1	M10	50	12 - 27	10	17,75	30	24	45	8,5	10,0
HBFF10-2	M10	70	27 - 45	10	17,75	30	24	45	8,5	10,0
HBFF10-3	M10	90	45 - 64	10	17,75	30	24	45	8,5	10,0
HBFF12-1	M12	55	12 - 30	10	19,75	33	30	80	10,5	15,0
HBFF12-2	M12	80	30 - 52	10	19,75	33	30	80	10,5	15,0
HBFF12-3	M12	100	52 - 74	10	19,75	33	30	80	10,5	15,0

Der Hollo-Bolt kann mit einer Vielzahl verschiedener Hohlprofile aus Stahl verwendet werden.

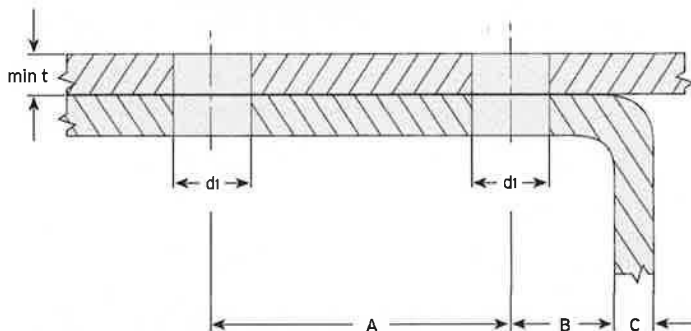
NEU Dynamische Belastungstests wurden für Hollo-Bolt mit Sechskantschraube in Übereinstimmung mit EN 1993-1-9 durchgeführt. Für weitere Informationen und Konstruktionsdaten wenden Sie sich bitte an unseren technischen Support.

Holo-Bolt Sechskant- und Senkschraube - Bohren und Montage

Achten Sie darauf, dass die Bohrungen gemäß nachstehender Bauanleitung sowohl in die Montageplatte als auch das Hohlprofil gebohrt werden. Bitte beachten Sie ebenfalls, dass die Bohrungsdurchmesser größer sind als bei Standard-Schraubverbindungen.



Vorbereitung für die Montage von Holo-Bolt Sechskant- und Senkschraube



Typ	Sechskant-schraube	Senk-schraube	Bauteil mit Senkung min t mm	Durchgangsloch-Ø* d1 mm	Lochabstände**		Randabstand** B + C mm
					min A mm	min B mm	
HB08	HBCSK08	-	-	14 (+1,0/-0,2)	35	13	≥ 17,5
HB10	HBCSK10	-	-	18 (+1,0/-0,2)	40	15	≥ 22,5
HB12	HBCSK12	-	-	20 (+1,0/-0,2)	50	18	≥ 25,0
HB16	HBCSK16	8	8	26 (+2,0/-0,2)	55	20	≥ 32,5
HB20	-	8	8	33 (+2,0/-0,2)	70	25	≥ 33,0

* Bei Holo-Bolts mit feuerverzinkter Beschichtung wird empfohlen, das Durchgangsloch bis zur oberen Toleranz zu bohren.

** Achten Sie darauf, dass die Löcher nicht den Außenradius schneiden.

► Bei der Größe M16 - M20 muss die Dicke des anliegenden Bauteils am Bund mindestens 8 mm betragen.



Werkzeuggrößen für die Montage von Holo-Bolt mit Sechskantschraube

Holo-Bolt Sechskantschraube

Artikelnummer	Bund SW mm	Schraube SW mm	Anziehmoment Nm
HB08	19	13	23
HB10	24	17	45
HB12	30	19	80
HB16	36	24	190
HB20	46	30	300



Werkzeuggrößen für die Montage von Holo-Bolt mit Senkschraube

Holo-Bolt Senkschraube

Artikelnummer	Bund SW mm	Innensechskant SW mm	Anziehmoment Nm
HBCSK08	19	5	23
HBCSK10	24	6	45
HBCSK12	30	8	80
HBCSK16	36	10	190



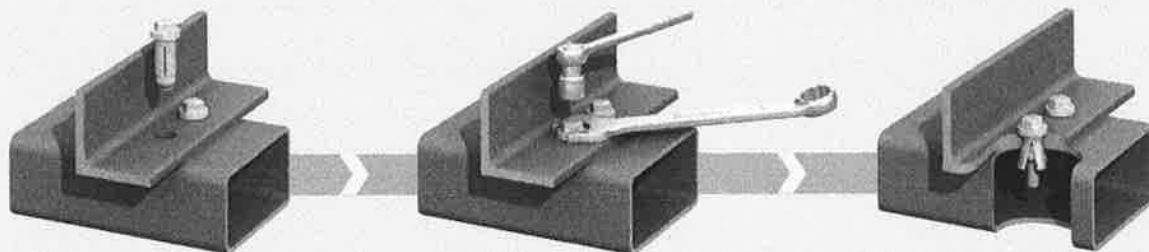
Montage

► Bitte beachten Sie das Montagevideo unter www.Lindapter.de

1) Vorgebohrte Bauteile ausrichten. Holo-Bolt mit Konus voran in das Bohrloch stecken^{a)}.

2) Bund mittels Maulschlüssel gegenhalten.

3) Vorgegebenes Anziehmoment aufbringen^{b)}.



Hinweise:

- Vergewissern Sie sich vor dem Anziehen, dass die miteinander zu verbindenden Bauteile fachgerecht anliegen.
- Drehen Sie nur den Drehmomentschlüssel. Anziehmoment siehe oben stehende Tabelle.
- Das Anziehen des Holo-Bolt kann mit Werkzeugen (z. B. Schlagschrauber) beschleunigt werden. Auch hierbei ist auf die Aufbringung des korrekten Anzugsmoments zu achten.

Bemessungstabellen Ziegel-Flachstürze



Tragfähigkeit von Ziegel-Flachstürzen nach Zulassung Z-17.1-900

Zuggurt ohne Wärmedämmung

Druckzone aus Mauerwerk ($f_k = 1,2 \text{ N/mm}^2$).

Tabelle für die zulässige Belastung q_{Ed} in kN/m		Sturzbreite $b = 11,5 \text{ cm}$ / Auflagerlänge $l_a = 11,5 \text{ cm}$										
Lichte Weite m	Stützweite m	Gesamthöhe h in cm										
		25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	62,5	75,0	100,0	125,0	
B 500 A oder B 500 B - 1 Ø 9	0,885	6,87	10,98	15,90	21,59	28,00	33,86	33,86	33,86	33,86	33,86	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	1,010	6,43	8,67	12,56	17,06	22,12	27,72	33,05	33,05	33,05	33,05	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	1,135	4,40	7,03	10,18	13,82	17,92	22,46	32,31	32,31	32,31	32,31	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	1,260	3,53	6,01	8,41	11,42	14,81	18,56	29,42	31,62	31,62	31,62	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	1,510	2,60	4,16	6,02	8,18	10,60	13,29	21,06	27,13	27,21	27,21	V
		B	B	B	B	B	B	B	V	V	V	V
	1,760	1,95	3,12	4,52	6,14	7,96	9,99	15,82	20,30	23,58	23,58	V
		B	B	B	B	B	B	B	V	V	V	V
B 500 A oder B 500 B - 1 Ø 8	2,010	1,52	2,43	3,52	4,78	6,20	7,77	12,32	16,55	20,55	20,55	V
		B	B	B	B	B	B	B	V	V	V	V
	2,260	1,22	1,95	2,82	3,83	4,96	6,22	8,86	14,15	16,45	16,45	V
		B	B	B	B	B	B	B	V	V	V	V
	2,510	1,00	1,59	2,31	3,13	4,06	5,09	8,07	11,58	13,48	13,48	V
		B	B	B	B	B	B	B	V	V	V	V
	2,760	0,83	1,33	1,92	2,61	3,39	4,25	6,73	9,66	12,30	12,30	V
		B	B	B	B	B	B	B	V	V	V	V
B 500 A oder B 500 B - 1 Ø 7	2,885	0,76	1,22	1,77	2,40	3,11	3,90	6,18	8,67	11,79	11,79	V
		B	B	B	B	B	B	B	V	V	V	V

maßgebend: B = Biegung, Q = Querkraft, V = Verankerung

Tabelle für die zulässige Belastung q_{Ed} in kN/m		Sturzbreite $b = 11,5 \text{ cm}$ / Auflagerlänge $l_a = 17,5 \text{ cm}$										
Lichte Weite m	Stützweite m	Gesamthöhe h in cm										
		25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	62,5	75,0	100,0	126,0	
B 500 A oder B 500 B - 1 Ø 9	0,885	8,11	9,77	14,15	19,21	24,82	31,23	33,46	33,46	33,46	33,46	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	1,010	4,89	7,82	11,32	15,37	19,94	24,99	32,69	32,69	32,69	32,69	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	1,135	4,00	6,40	9,27	12,58	16,31	20,46	31,97	31,97	31,97	31,97	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	1,260	3,33	5,33	7,72	10,48	13,60	17,04	27,01	31,31	31,31	31,31	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	1,510	2,42	3,87	5,80	7,80	9,86	12,36	19,69	28,11	30,12	30,12	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	1,760	1,83	2,93	4,25	5,77	7,48	9,37	14,85	21,32	29,08	29,08	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
B 500 A oder B 500 B - 1 Ø 8	2,010	1,44	2,30	3,33	4,52	5,88	7,35	11,65	16,72	26,25	28,25	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	2,260	1,16	1,85	2,68	3,64	4,72	5,92	9,38	13,46	21,13	21,13	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	2,510	0,95	1,52	2,21	2,99	3,88	4,87	7,71	11,07	17,38	17,38	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	2,760	0,80	1,27	1,85	2,51	3,25	4,07	6,48	9,27	14,55	14,55	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
B 500 A oder B 500 B - 1 Ø 7	2,885	0,73	1,17	1,70	2,31	2,99	3,75	5,94	8,52	13,38	13,38	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

maßgebend: B = Biegung, Q = Querkraft, V = Verankerung

Als Typenentwurf
in bautechnischer Hinsicht geprüft

Prüfnummer 14 / 2

Landesstelle für Bautechnik Baden-Württemberg

Tübingen, den 26.6.2018

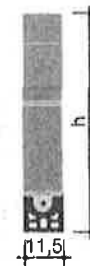
Der Bearbeiter:

(Signature)

Nächster Sichtvermerk durch die
Landesstelle für Bautechnik

ist spätestens
am 26.6.2023 erforderlich.

Übermauerung aus
POROTON-Ziegelmauerwerk
Druckfestigkeitsklasse ≥ 6
Lochung A+B
gem. Z-17.1-900, 3.1.2 (5)
ohne Stahlbetondecke
Auflagerlänge $l_a = 11,5 \text{ cm}$

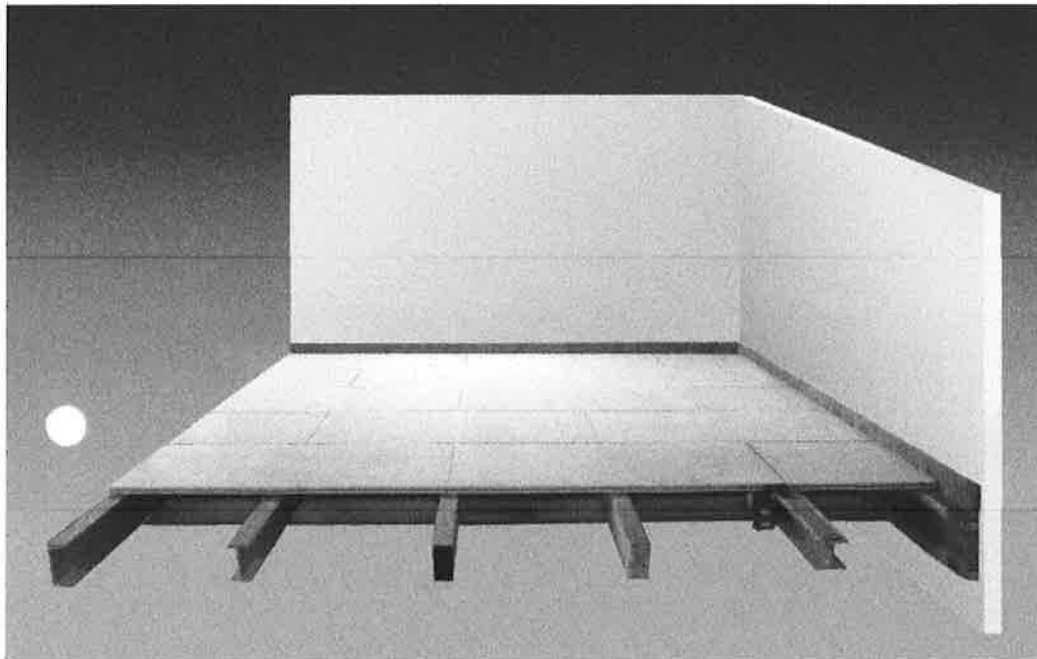


Übermauerung aus
POROTON-Ziegelmauerwerk
Druckfestigkeitsklasse ≥ 6
Lochung A+B
gem. Z-17.1-900, 3.1.2 (5)
ohne Stahlbetondecke
Auflagerlänge $l_a = 17,5 \text{ cm}$



Wienerberger

Wienerberger GmbH
Oldenburger Allee 26 · 30659 Hannover
Tel. (05 11) 6 1070-0 · Fax (05 11) 61 44 03
info.de@wienerberger.com · www.wienerberger.de



F19.de

Detailblatt

12/2021

Knauf GIFAfloor

Frei tragende Systeme

F191.de.de – Knauf GIFAfloor – Linienaufgelagerte einlagige Bodensysteme

F192.de.de – Knauf GIFAfloor – Linienaufgelagerte zweilagige Bodensysteme

Hinweise zum Dokument

Knauf Detailblätter sind die Planungs- und Ausführungsgrundlage für Planer und Fachunternehmer zur Anwendung von Knauf Systemen. Die enthaltenen Informationen und Vorgaben, Konstruktionsvarianten, Ausführungsdetails und aufgeführten Produkte basieren, soweit nicht anders ausgewiesen, auf den zum Zeitpunkt der Erstellung gültigen Verwendbarkeitsnachweisen (z. B. allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse abP und/oder allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen abZ) und Normen. Zusätzlich sind bauphysikalische (Brandschutz und Schallschutz), konstruktive und statische Anforderungen berücksichtigt.

Die enthaltenen Ausführungsdetails stellen Beispiele dar und können für verschiedene Bepunktungsvarianten des jeweiligen Systems analog angewendet werden. Dabei sind bei Anforderungen an den Brand- und/oder Schallschutz jedoch die ggf. erforderlichen Zusatzmaßnahmen und/oder Einschränkungen zu beachten.

Alle Maße in den Zeichnungen, wenn nicht anders angegeben, in Millimetern [mm].

Verweise auf weitere Dokumente

Detailblätter

- Knauf GIFAfloor Hugo L. Fertigteil Estrich F16.de
- Knauf GIFAfloor Klima (Technisches Infoblatt)

Technische Blätter

- Technische Blätter der einzelnen Knauf Systemkomponenten beachten

Bestimmungsgemäßer Gebrauch von Knauf Systemen

Beachten Sie Folgendes:

Achtung

Knauf Systeme dürfen nur für die in den Knauf-Dokumenten angegebenen Anwendungsfälle zum Einsatz kommen. Falls Fremdprodukte oder Fremdkomponenten zum Einsatz kommen, müssen diese von Knauf empfohlen bzw. freigegeben sein. Die einwandfreie Anwendung der Produkte/Systeme setzt sachgemäßen Transport, Lagerung, Aufstellung, Montage und Instandhaltung voraus.

Anwendungsbereiche

- Wohnungsbau
- Bürobau
- Schulen
- Krankenhäuser usw.

Allgemeine Hinweise zum Knauf System

Einsatzbereich

Knauf GIFAfloor wird im Innenbereich in Abhängigkeit von der Belastung Unterkonstruktion und Belag eingesetzt. GIFAfloor Systeme sparen Aufbauhöhe und verbessern den Brand- und Schallschutz. Sie sind auf Grund ihrer trockenen Bauweise ideal für die Altbausanierung oder Neubauten mit Termindruck. Auf GIFAfloor können alle üblichen Bodenbeläge verlegt werden: Teppich, PVC, Linoleum, Parkett, Fliesen, Naturstein ... GIFAfloor ist für häusliche Feuchträume geeignet.

Tragfähigkeit / Nutzlasten / Mechanische Belastbarkeit

Die Unterkonstruktion (Balkenlage) muß die der Nutzung entsprechende Mindesttragfähigkeit besitzen und planeben sein. Die Durchbiegung sollte bei der maximalen Nutzlast $\leq L/500$ betragen. Statische Berechnung bauseits. Die Tragfähigkeiten der linienaufgelagerten Systeme wurden auf Basis der Norm EN 13213, Holzböden, durch Versuche durch die Versuchsanstalt für Holz- und Trockenbau, Darmstadt, mittels Punktlasteinleitung ermittelt. Die Werte wurden mit zusätzlichen Sicherheiten versehen veröffentlicht. Nutzlasten sind veränderliche oder bewegliche Einwirkungen auf das Bauteil (z. B. Personen, Einrichtungsgegenstände, unbelastete leichte Trennwände, Lagerstoffe), welche durch den Planer entsprechend der vorgesehenen Nutzung vorgegeben werden. Dieses Detailblatt enthält Aufbauten für die geplanten Nutzlasten.

GIFAfloor- Systeme sind ohne Zusatzmaßnahmen Stuhlrollengeeignet. Knauf GIFAfloor ist ideal für Wohn- und Bürogebäude, Pflegeheime ...

Hinweise zum Brandschutz

Für alle Konstruktionen, für die ein Verwendbarkeitsnachweis erforderlich ist, empfehlen wir, sich vor der Bauausführung mit den für den Brandschutz verantwortlichen Personen und/oder Behörden abzustimmen.

Weitere Hinweise zum Brandschutz siehe Seite 9

Hinweise zum Schallschutz

Hinweise zum Schallschutz siehe Seite 10

Zulässige Nutzlasten (zulässige Belastung in kN) für liniengelagerte Böden*

Dicke	Reihe	Stützweite [mm]**									
[mm]		≤300	≤400	≤500	≤600	≤700	≤800	≤900	≤1000	≤1100	≤1200
Einlagige Systeme											
25	Randplatte***	4	3	2,5	2	1	1	0,7	0,7	0,5	0,5
	Flächenplatte	4	3,5	3	3	3	2	2	1	1	1
28	Randplatte***	5	3,5	2,5	2	2	1	1	1	0,7	0,7
	Flächenplatte	5	4,5	4	4	4	3	3	2	2	2
32	Randplatte***	6	4,5	3,5	3	3	2	2	2	1	1
	Flächenplatte	6	5,5	5	5	5	4	4	3	3	2
38	Randplatte***	6	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1,2
	Flächenplatte	7	7	7	6	6	6	5	4	3,5	2,5
Zweilagige Systeme****											
25+18	Randplatte***	5	4,5	4	4	3	3	2,5	2	1,8	1,7
	Flächenplatte	6	5,5	5,5	5,5	5	5	4,5	4	3,5	3
28+18	Randplatte***	6	5	4,5	4,5	3,5	3	3	2,5	2	1,8
	Flächenplatte	7,5	7	7	7	7	6	5,5	4,5	4	3,5
32+18	Randplatte***	7	6,5	5,5	5	4,5	3,5	3	3	2,5	2
	Flächenplatte	10	9	9	9	8	7	6	5	4,5	4

* Die angegebenen Nutzlasten gelten für Platten (untere Lage) ohne Querstoß (Stoß parallel zum Linienger) im Feldbereich, d.h. Querstöße sind auf dem Linienger auszubilden. Bei Querstößen im Feld sind die in dieser Tabelle genannten Nutzlasten um 50% abzumindern.

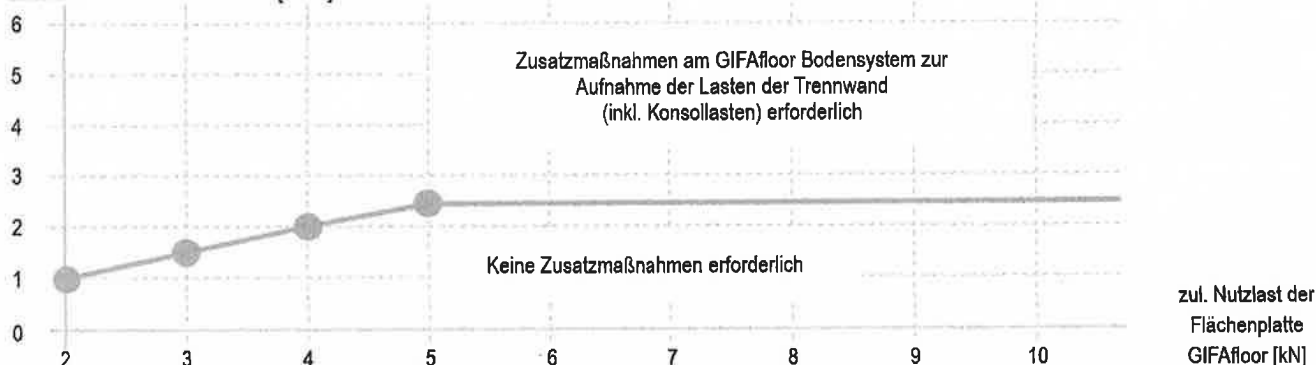
** Zwei Querstöße hintereinander in einem Feld in der GIFAfloor-Elementlage sind unzulässig.

*** Bei einem Unterstützungsabstand der Randplatten am Rand ≤ 300 mm oder einer linienförmigen Auflagerung am Rand können für die Randplatten die Nutzlasten der Flächenplatten angesetzt werden (siehe Beispiele Seite 8 unten).

**** Wird die obere Plattenlage durch Einfräsungen geschwächt, so ist die Tragfähigkeit „der unteren Lage alleine“ zu verwenden.

Trockenbauwände auf GIFAfloor Bodensystemen F191.de und F192.de
(nichttragende innere Trennwände nach DIN 4103-1:2015-06)

Linienlast der Trockenbauwand [kN/m]



Auf GIFAfloor linienaufgelagerten Bodensystemen mit einer zulässigen Nutzlast der Flächenplatte von ≥ 2,0 kN können Trockenbauwände mit einer Linienlast, die dem halben Wert der zulässigen Nutzlast der Flächenplatte des GIFAfloor entspricht, an jeder Stelle des Bodens ohne Zusatzmaßnahmen aufgestellt werden.

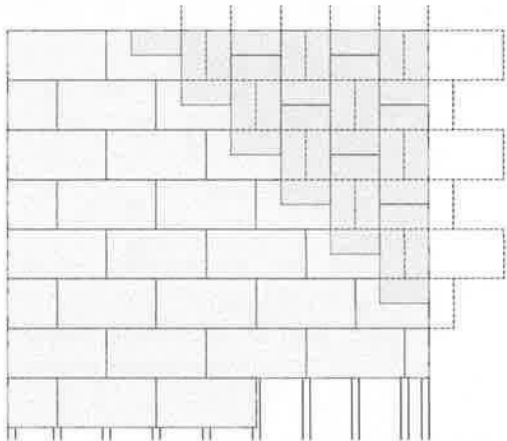
Trockenbauwände, die im rechten Winkel zur Tragkonstruktion auf den GIFAfloor aufgestellt werden, dürfen eine Linienlast, die dem Wert der Nutzlast der Flächenplatte des GIFAfloor entspricht ohne Zusatzmaßnahmen aufgestellt werden.

Trockenbauwände, die schräg zur Tragkonstruktion auf den GIFAfloor aufgestellt werden und der Abstand der Querung > 1,2 m beträgt, dürfen eine Linienlast die dem halben Wert der zulässigen Nutzlast der Flächenplatte

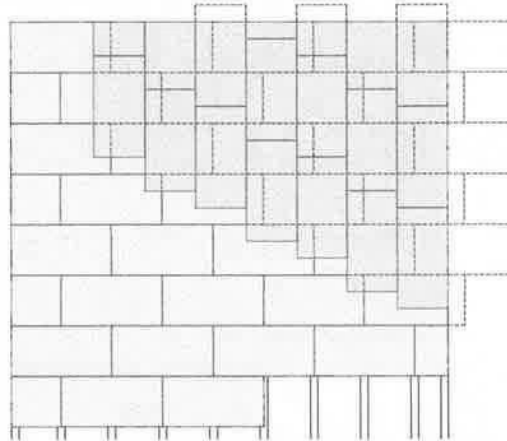
des GIFAfloor entspricht haben. Beträgt der Abstand der Querung ≤ 1,2 m, dürfen die Wände eine Linienlast, die dem Wert der zulässigen Nutzlast der Flächenplatte des GIFAfloor entspricht haben.

Bei größeren als den zuvor genannten zu erwartenden Lasten durch Trennwände einschließlich Konsollasten sind GIFAfloor Systeme mit höheren Tragfähigkeiten und/oder zusätzliche Tragkonstruktion und/oder geeignete Wechsel in erforderlichem Abstand/erforderlicher Anzahl unterhalb der betreffenden Trennwände/Trennwandbereiche anzuordnen. Alternativ sind die Nutzlasten des GIFAfloor in diesen Bereichen um den Wert der Trennwand-Linienlasten zu reduzieren (z. B. bei nachträglichem Trennwandaufbau). Die Gewichtsangaben der Metallständerwände sind in den Detailblättern für die jeweiligen Knauf Wandsysteme angegeben.

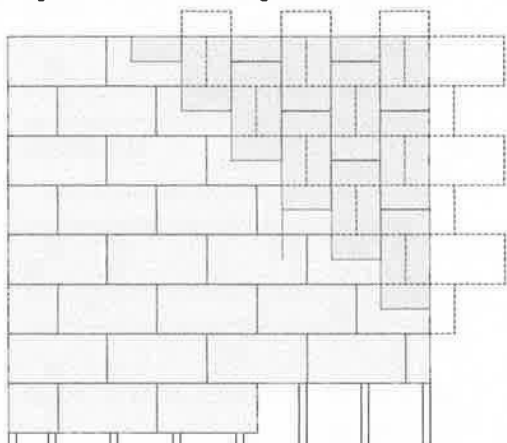
Beispiel: Stirnkantenstöße der unteren Lage auf den Auflagern
optimaler Fugenversatz der zweiten Lage 30cm



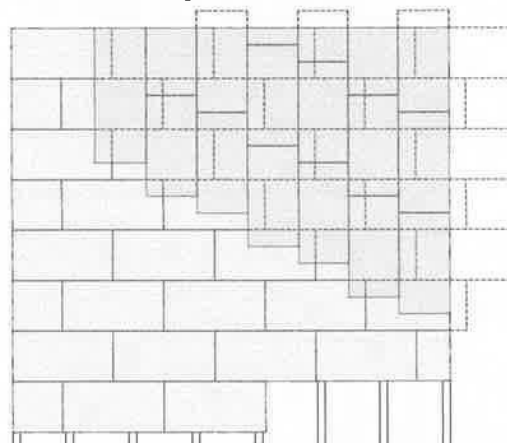
Beispiel: Stirnkantenstöße der unteren Lage auf den Auflagern
Fugenversatz der zweiten Lage mindestens 20cm



Beispiel: Stirnkantenstöße der unteren Lage fliegend
optimaler Fugenversatz der zweiten Lage 30cm

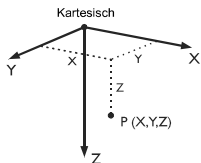


Beispiel: Stirnkantenstöße der unteren Lage fliegend
Fugenversatz der zweiten Lage mindestens 20cm



MODELL-BASISANGABEN

	Allgemein	Modellname	: 0.03 Stahltreppe Foyer_r
		Modellbezeichnung	: Innentreppe
		Projektname	: Uckernaerkische Bühnen Schwedt
		Projektbezeichnung	: Sanierung
		Modelltyp	: 3D
		Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach unten
		Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
	Optionen	☐ CQC-Regel anwenden	
		☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen	
		Erdbeschleunigung	
		g	: 10.00 m/s ²



1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Bezugs- Knoten	Koordinaten- System	Knotenkoordinaten			Kommentar
			X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	-	Kartesisch	-0.525	-2.370	-0.334	Abgestützt
2	-	Kartesisch	-0.382	-2.393	-0.334	
3	-	Kartesisch	-0.380	-2.370	0.000	
4	-	Kartesisch	-0.239	-2.416	-0.507	
5	-	Kartesisch	-0.239	-2.416	-0.334	
6	-	Kartesisch	-0.145	0.000	-0.334	Abgestützt
7	-	Kartesisch	-0.096	-2.439	-0.507	
8	-	Kartesisch	-0.002	-0.023	-0.334	
9	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.000	
10	-	Kartesisch	0.047	-2.462	-0.681	
11	-	Kartesisch	0.047	-2.462	-0.507	Abgestützt
12	-	Kartesisch	0.141	-0.046	-0.507	
13	-	Kartesisch	0.141	-0.046	-0.334	
14	-	Kartesisch	0.190	-2.485	-0.681	
15	-	Kartesisch	0.285	-0.069	-0.507	
16	-	Kartesisch	0.334	-2.508	-0.855	Abgestützt
17	-	Kartesisch	0.334	-2.508	-0.681	
18	-	Kartesisch	0.428	-0.092	-0.681	
19	-	Kartesisch	0.428	-0.092	-0.507	
20	-	Kartesisch	0.477	-2.531	-0.855	
21	-	Kartesisch	0.571	-0.115	-0.681	Abgestützt
22	-	Kartesisch	0.620	-2.554	-1.029	
23	-	Kartesisch	0.620	-2.554	-0.855	
24	-	Kartesisch	0.714	-0.138	-0.855	
25	-	Kartesisch	0.714	-0.138	-0.681	
26	-	Kartesisch	0.763	-2.577	-1.029	Abgestützt
27	-	Kartesisch	0.857	-0.161	-0.855	
28	-	Kartesisch	0.906	-2.599	-1.202	
29	-	Kartesisch	0.906	-2.599	-1.029	
30	-	Kartesisch	1.000	-0.184	-1.029	
31	-	Kartesisch	1.000	-0.184	-0.855	Abgestützt
32	-	Kartesisch	1.049	-2.622	-1.202	
33	-	Kartesisch	1.144	-0.207	-1.029	
34	-	Kartesisch	1.193	-2.645	-1.376	
35	-	Kartesisch	1.193	-2.645	-1.202	
36	-	Kartesisch	1.287	-0.230	-1.202	Abgestützt
37	-	Kartesisch	1.287	-0.230	-1.029	
38	-	Kartesisch	1.336	-2.668	-1.376	
39	-	Kartesisch	1.430	-0.253	-1.202	
40	-	Kartesisch	1.479	-2.691	-1.550	
41	-	Kartesisch	1.479	-2.691	-1.376	Abgestützt
42	-	Kartesisch	1.573	-0.276	-1.376	
43	-	Kartesisch	1.573	-0.276	-1.202	
44	-	Kartesisch	1.622	-2.714	-1.550	
45	-	Kartesisch	1.716	-0.299	-1.376	
46	-	Kartesisch	1.765	-2.737	-1.723	Abgestützt
47	-	Kartesisch	1.765	-2.737	-1.550	
48	-	Kartesisch	1.859	-0.322	-1.550	
49	-	Kartesisch	1.859	-0.322	-1.376	
50	-	Kartesisch	1.908	-2.760	-1.723	
51	-	Kartesisch	2.003	-0.345	-1.550	Abgestützt
52	-	Kartesisch	2.052	-2.783	-1.897	
53	-	Kartesisch	2.052	-2.783	-1.723	
54	-	Kartesisch	2.146	-0.368	-1.723	
55	-	Kartesisch	2.146	-0.368	-1.550	
56	-	Kartesisch	2.195	-2.806	-1.897	Abgestützt
57	-	Kartesisch	2.289	-0.391	-1.723	
58	-	Kartesisch	2.338	-2.829	-2.071	
59	-	Kartesisch	2.338	-2.829	-1.897	
60	-	Kartesisch	2.432	-0.414	-1.897	
61	-	Kartesisch	2.432	-0.414	-1.723	Abgestützt
62	-	Kartesisch	2.481	-2.852	-2.071	
63	-	Kartesisch	2.575	-0.437	-1.897	
64	-	Kartesisch	2.624	-2.875	-2.244	
65	-	Kartesisch	2.624	-2.875	-2.071	
66	-	Kartesisch	2.718	-0.460	-2.071	Abgestützt
67	-	Kartesisch	2.718	-0.460	-1.897	
68	-	Kartesisch	2.767	-2.898	-2.244	
69	-	Kartesisch	2.862	-0.483	-2.071	
70	-	Kartesisch	2.911	-2.921	-2.418	
71	-	Kartesisch	2.911	-2.921	-2.244	Abgestützt
72	-	Kartesisch	3.005	-0.506	-2.244	
73	-	Kartesisch	3.005	-0.506	-2.071	
74	-	Kartesisch	3.054	-2.944	-2.418	
75	-	Kartesisch	3.148	-0.529	-2.244	
76	-	Kartesisch	3.244	-1.759	-2.418	Abgestützt
77	-	Kartesisch	3.244	-1.759	0.000	
78	-	Kartesisch	3.291	-0.552	-2.418	
79	-	Kartesisch	3.291	-0.552	-2.244	
80	-	Kartesisch	3.434	-0.575	-2.418	
81	-	Kartesisch	3.505	-3.005	-2.418	

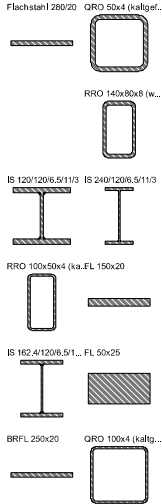
1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Bezugs- Knoten	Koordinaten- System	Knotenkoordinaten			Kommentar
			X [m]	Y [m]	Z [m]	
82	-	Kartesisch	3.886	-0.636	-2.418	
83	-	Kartesisch	3.957	-3.066	-2.418	
84	-	Kartesisch	4.100	-3.089	-2.592	
85	-	Kartesisch	4.147	-1.882	-2.418	
86	-	Kartesisch	4.243	-3.112	-2.592	
87	-	Kartesisch	4.337	-0.697	-2.418	
88	-	Kartesisch	4.386	-3.135	-2.766	
89	-	Kartesisch	4.386	-3.135	-2.592	
90	-	Kartesisch	4.480	-0.720	-2.592	
91	-	Kartesisch	4.529	-3.158	-2.766	
92	-	Kartesisch	4.623	-0.743	-2.592	
93	-	Kartesisch	4.672	-3.181	-2.939	
94	-	Kartesisch	4.672	-3.181	-2.766	
95	-	Kartesisch	4.767	-0.766	-2.766	
96	-	Kartesisch	4.767	-0.766	-2.592	
97	-	Kartesisch	4.816	-3.204	-2.939	
98	-	Kartesisch	4.910	-0.789	-2.766	
99	-	Kartesisch	4.959	-3.227	-3.113	
100	-	Kartesisch	4.959	-3.227	-2.939	
101	-	Kartesisch	5.053	-0.812	-2.939	
102	-	Kartesisch	5.053	-0.812	-2.766	
103	-	Kartesisch	5.102	-3.250	-3.113	
104	-	Kartesisch	5.196	-0.835	-2.939	
105	-	Kartesisch	5.245	-3.273	-3.287	
106	-	Kartesisch	5.245	-3.273	-3.113	
107	-	Kartesisch	5.339	-0.858	-3.113	
108	-	Kartesisch	5.339	-0.858	-2.939	
109	-	Kartesisch	5.388	-3.296	-3.287	
110	-	Kartesisch	5.482	-0.881	-3.113	
111	-	Kartesisch	5.531	-3.319	-3.460	
112	-	Kartesisch	5.531	-3.319	-3.287	
113	-	Kartesisch	5.626	-0.904	-3.287	
114	-	Kartesisch	5.626	-0.904	-3.113	
115	-	Kartesisch	5.675	-3.342	-3.460	
116	-	Kartesisch	5.769	-0.927	-3.287	
117	-	Kartesisch	5.818	-3.365	-3.634	
118	-	Kartesisch	5.818	-3.365	-3.460	
119	-	Kartesisch	5.912	-0.950	-3.460	
120	-	Kartesisch	5.912	-0.950	-3.287	
121	-	Kartesisch	5.961	-3.388	-3.634	
122	-	Kartesisch	6.055	-0.972	-3.460	
123	-	Kartesisch	6.104	-3.411	-3.808	
124	-	Kartesisch	6.104	-3.411	-3.634	
125	-	Kartesisch	6.198	-0.995	-3.634	
126	-	Kartesisch	6.198	-0.995	-3.460	
127	-	Kartesisch	6.247	-3.434	-3.808	
128	-	Kartesisch	6.341	-1.018	-3.634	
129	-	Kartesisch	6.342	-2.842	-3.808	
130	-	Kartesisch	6.385	-3.455	-3.893	
131	-	Kartesisch	6.388	-4.181	-4.330	Abgestützt
132	-	Kartesisch	6.388	-4.036	-4.156	
133	-	Kartesisch	6.388	-3.891	-4.156	
134	-	Kartesisch	6.388	-3.746	-4.156	
135	-	Kartesisch	6.388	-3.746	-3.983	
136	-	Kartesisch	6.388	-3.601	-3.983	
137	-	Kartesisch	6.388	-3.456	-3.983	
138	-	Kartesisch	6.388	-3.455	-3.895	
139	-	Kartesisch	6.405	-2.912	-3.808	
140	-	Kartesisch	6.468	-2.983	-3.808	
141	-	Kartesisch	6.485	-1.041	-3.808	
142	-	Kartesisch	6.485	-1.041	-3.634	
143	-	Kartesisch	6.517	-1.756	-3.808	
144	-	Kartesisch	6.517	-1.755	0.000	Abgestützt
145	-	Kartesisch	6.531	-3.053	-3.808	
146	-	Kartesisch	6.595	-3.123	-3.808	
147	-	Kartesisch	6.628	-1.064	-3.808	
148	-	Kartesisch	6.658	-3.194	-3.808	
149	-	Kartesisch	6.721	-3.264	-3.808	
150	-	Kartesisch	6.767	-4.222	-4.330	Abgestützt
151	-	Kartesisch	6.767	-4.181	-4.330	
152	-	Kartesisch	6.784	-3.335	-3.808	
153	-	Kartesisch	6.847	-3.405	-3.808	
154	-	Kartesisch	7.185	-1.193	-3.808	
155	-	Kartesisch	7.566	-1.365	-3.808	
156	-	Kartesisch	7.915	-1.604	-3.808	
157	-	Kartesisch	8.067	-4.181	-4.330	
158	-	Kartesisch	8.070	-4.227	-4.330	Abgestützt
159	-	Kartesisch	8.217	-1.900	-3.808	
160	-	Kartesisch	8.462	-2.245	-3.808	
161	-	Kartesisch	8.642	-2.628	-3.808	
162	-	Kartesisch	8.753	-3.036	-3.808	
163	-	Kartesisch	8.788	-4.181	-4.330	Abgestützt
164	-	Kartesisch	8.788	-4.036	-4.156	
165	-	Kartesisch	8.788	-3.891	-4.156	
166	-	Kartesisch	8.788	-3.746	-4.156	
167	-	Kartesisch	8.788	-3.746	-3.983	
168	-	Kartesisch	8.788	-3.601	-3.983	
169	-	Kartesisch	8.788	-3.456	-3.983	
170	-	Kartesisch	8.788	-3.311	-3.809	

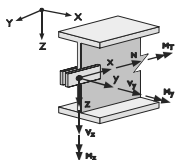
1.2 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G [kN/cm ²]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 235 DIN EN 21000.00	1993-1-1:2010-12 8076.92	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

1.3 QUERSCHNITTE

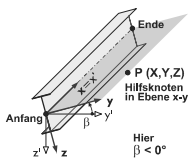


Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_T [cm ⁴] A [cm ²]	I_y [cm ⁴] A_y [cm ²]	I_z [cm ⁴] A_z [cm ²]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
							Breite b	Höhe h
1	Flachstahl 280/20 1	71.31 56.00	18.67 46.67	3658.67 46.67	0.00	0.00	280.0	20.0
2	QRO 50x4 (kaltgefertigt) 1	40.40 6.95	23.70 3.13	23.70 3.13	0.00	0.00	50.0	50.0
3	RO 114.3x5 (kaltgefertigt) 1	625.00 21.40	313.00 10.67	313.00 10.67	0.00	0.00	114.3	114.3
4	RRO 140x80x8 (warmgefertigt) 1	733.00 32.00	776.00 8.19	314.00 19.35	0.00	0.00	80.0	140.0
5	IS 120/120/6.5/11/3 1	11.03 32.77	837.79 22.04	317.02 6.48	0.00	0.00	120.0	120.0
6	IS 240/120/6.5/11/3 1	12.13 40.57	4024.95 22.08	317.30 14.21	0.00	0.00	120.0	240.0
7	RRO 100x50x4 (kaltgefertigt) 1	113.00 10.90	134.00 2.47	44.90 7.07	0.00	0.00	50.0	100.0
8	FL 150x20 DIN 1017-1 1	36.64 30.00	10.00 25.00	562.50 25.00	0.00	0.00	150.0	20.0
9	IS 162.4/120/6.5/11/3 1	11.42 35.52	1664.33 22.06	317.12 9.20	0.00	0.00	120.0	162.4
Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)								
10	FL 50x25 DIN 1017-1 1	17.88 12.50	6.51 10.42	26.04 10.42	0.00	0.00	50.0	25.0
11	BRFL 250x20 DIN 59200 1	63.31 50.00	16.67 41.67	2604.17 41.67	0.00	0.00	250.0	20.0
12	QRO 100x4 (kaltgefertigt) 1	362.00 14.90	226.00 6.47	226.00 6.47	0.00	0.00	100.0	100.0



1.4 STABENDGELENKE

Gelenk Nr.	Bezugs-system	Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder [kN/m]			Momentengelenk bzw. Feder [kNm/rad]		
		u_x	u_y	u_z	φ_x	φ_y	φ_z
1	Lokal x,y,z	☐	☐	☐	☒	☒	☒
	Nichtlinearität	-	-	-	-	-	-
2	Lokal x,y,z	☒	☐	☐	☐	☒	☒
	Nichtlinearität	-	-	-	-	-	-
3	Lokal x,y,z	☐	☐	☐	☐	☒	☒
	Nichtlinearität	-	-	-	-	-	-
4	Lokal x,y,z	☐	☐	☐	☐	☐	☒
	Nichtlinearität	-	-	-	-	-	-



1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
1	Kopplung F-F	1	2	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
2	Balkenstab	3	2	Winkel	0.00	11	11	-	-	-	-	0.334	
3	Balkenstab	6	1	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
4	Kopplung F-F	2	5	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
5	Balkenstab	2	7	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
6	Balkenstab	2	8	Winkel	0.00	12	12	-	-	-	-	2.400	XY
7	Kopplung F-F	4	7	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
8	Kopplung F-F	6	8	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
9	Balkenstab	12	4	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
10	Balkenstab	13	5	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
11	Kopplung F-F	7	11	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
12	Balkenstab	9	8	Winkel	0.00	11	11	-	-	-	-	0.334	
13	Balkenstab	7	14	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
14	Kopplung F-F	8	13	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
15	Kopplung F-F	10	14	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
16	Balkenstab	8	15	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
17	Kopplung F-F	12	15	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
18	Balkenstab	18	10	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
19	Balkenstab	19	11	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
20	Kopplung F-F	14	17	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
21	Balkenstab	14	20	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
22	Kopplung F-F	15	19	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
23	Kopplung F-F	16	20	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
24	Balkenstab	15	21	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
25	Kopplung F-F	18	21	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
26	Balkenstab	24	16	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
27	Balkenstab	25	17	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
28	Kopplung F-F	20	23	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
29	Balkenstab	20	26	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
30	Kopplung F-F	21	25	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY

1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
31	Kopplung F-F	22	26	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
32	Balkenstab	21	27	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
33	Kopplung F-F	24	27	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
34	Balkenstab	30	22	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
35	Balkenstab	31	23	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
36	Kopplung F-F	26	29	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
37	Balkenstab	26	32	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
38	Kopplung F-F	27	31	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
39	Kopplung F-F	28	32	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
40	Balkenstab	27	33	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
41	Kopplung F-F	30	33	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
42	Balkenstab	36	28	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
43	Balkenstab	37	29	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
44	Kopplung F-F	32	35	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
45	Balkenstab	32	38	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
46	Kopplung F-F	33	37	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
47	Kopplung F-F	34	38	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
48	Balkenstab	33	39	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
49	Kopplung F-F	36	39	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
50	Balkenstab	42	34	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
51	Balkenstab	43	35	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
52	Kopplung F-F	38	41	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
53	Balkenstab	38	44	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
54	Kopplung F-F	39	43	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
55	Kopplung F-F	40	44	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
56	Balkenstab	39	45	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
57	Kopplung F-F	42	45	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
58	Balkenstab	48	40	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
59	Balkenstab	49	41	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
60	Kopplung F-F	44	47	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
61	Balkenstab	44	50	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
62	Kopplung F-F	45	49	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
63	Kopplung F-F	46	50	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
64	Balkenstab	45	51	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
65	Kopplung F-F	48	51	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
66	Balkenstab	54	46	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
67	Balkenstab	55	47	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
68	Kopplung F-F	50	53	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
69	Balkenstab	50	56	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
70	Kopplung F-F	51	55	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
71	Kopplung F-F	52	56	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
72	Balkenstab	51	57	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
73	Kopplung F-F	54	57	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
74	Balkenstab	60	52	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
75	Balkenstab	61	53	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
76	Kopplung F-F	56	59	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
77	Balkenstab	56	62	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
78	Kopplung F-F	57	61	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
79	Kopplung F-F	58	62	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
80	Balkenstab	57	63	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
81	Kopplung F-F	60	63	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
82	Balkenstab	66	58	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
83	Balkenstab	67	59	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
84	Kopplung F-F	62	65	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
85	Balkenstab	62	68	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
86	Kopplung F-F	63	67	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
87	Kopplung F-F	64	68	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
88	Balkenstab	63	69	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
89	Kopplung F-F	66	69	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
90	Balkenstab	72	64	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
91	Balkenstab	73	65	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
92	Kopplung F-F	68	71	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
93	Balkenstab	68	74	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
94	Kopplung F-F	69	73	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
95	Kopplung F-F	70	74	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
96	Balkenstab	69	75	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
97	Kopplung F-F	72	75	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
98	Balkenstab	78	70	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
99	Balkenstab	79	71	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
100	Balkenstab	74	76	Winkel	0.00	5	6	-	-	-	-	1.200	XY
101	Kopplung F-F	75	79	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
102	Balkenstab	77	76	Winkel	9.12	3	3	-	-	-	-	2.418	Z
103	Balkenstab	74	81	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.456	XY
104	Balkenstab	75	80	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
105	Balkenstab	76	80	Winkel	0.00	6	5	-	-	-	-	1.200	XY
106	Kopplung F-F	78	80	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
107	Balkenstab	80	82	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.456	XY
108	Balkenstab	81	82	Winkel	90.00	7	7	1	3	-	-	2.400	XY
109	Balkenstab	81	83	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.456	XY
110	Balkenstab	83	85	Winkel	90.00	7	7	1	-	-	-	1.200	XY
111	Balkenstab	83	86	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
112	Balkenstab	82	87	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.456	XY
113	Kopplung F-F	84	86	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
114	Balkenstab	85	87	Winkel	90.00	7	7	-	3	-	-	1.200	XY
115	Balkenstab	90	84	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
116	Kopplung F-F	86	89	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
117	Balkenstab	86	91	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
118	Kopplung F-F	88	91	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
119	Balkenstab	87	92	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
120	Kopplung F-F	90	92	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
121	Balkenstab	95	88	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
122	Balkenstab	96	89	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
123	Kopplung F-F	91	94	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
124	Balkenstab	91	97	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
125	Kopplung F-F	92	96	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
126	Kopplung F-F	93	97	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
127	Balkenstab	92	98	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
128	Kopplung F-F	95	98	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY

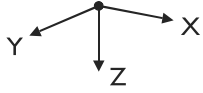
1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
129	Balkenstab	101	93	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
130	Balkenstab	102	94	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
131	Kopplung F-F	97	100	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
132	Balkenstab	97	103	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
133	Kopplung F-F	98	102	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
134	Kopplung F-F	99	103	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
135	Balkenstab	98	104	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
136	Kopplung F-F	101	104	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
137	Balkenstab	107	99	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
138	Balkenstab	108	100	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
139	Kopplung F-F	103	106	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
140	Balkenstab	103	109	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
141	Kopplung F-F	104	108	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
142	Kopplung F-F	105	109	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
143	Balkenstab	104	110	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
144	Kopplung F-F	107	110	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
145	Balkenstab	113	105	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
146	Balkenstab	114	106	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
147	Kopplung F-F	109	112	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
148	Balkenstab	109	115	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
149	Kopplung F-F	110	114	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
150	Kopplung F-F	111	115	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
151	Balkenstab	110	116	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
152	Kopplung F-F	113	116	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
153	Balkenstab	119	111	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
154	Balkenstab	120	112	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
155	Kopplung F-F	115	118	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
156	Balkenstab	115	121	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
157	Kopplung F-F	116	120	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
158	Kopplung F-F	117	121	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
159	Balkenstab	116	122	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
160	Kopplung F-F	119	122	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
161	Balkenstab	125	117	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
162	Balkenstab	126	118	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
163	Kopplung F-F	121	124	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
164	Balkenstab	121	127	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
165	Kopplung F-F	122	126	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
166	Kopplung F-F	123	127	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
167	Balkenstab	122	128	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
168	Kopplung F-F	125	128	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
169	Balkenstab	127	129	Winkel	0.00	5	9	-	-	-	-	0.600	XY
Linear													
170	Balkenstab	141	123	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
171	Balkenstab	142	124	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	XY
172	Balkenstab	127	138	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.166	
173	Balkenstab	129	139	Winkel	90.00	10	10	1	-	-	-	0.095	XY
174	Balkenstab	130	138	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.003	
175	Balkenstab	133	131	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	YZ
176	Kopplung F-F	133	132	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	Y
177	Kopplung F-F	134	133	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	Y
178	Balkenstab	136	133	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	YZ
179	Kopplung F-F	136	135	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	Y
180	Kopplung F-F	137	136	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	Y
181	Balkenstab	138	136	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.171	YZ
182	Kopplung F-F	128	142	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
183	Balkenstab	129	143	Winkel	0.00	9	6	-	-	-	-	1.100	XY
Linear													
184	Balkenstab	139	140	Winkel	90.00	10	10	-	-	-	-	0.095	XY
185	Balkenstab	128	147	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	
186	Balkenstab	140	145	Winkel	90.00	10	10	-	-	-	-	0.095	XY
187	Balkenstab	144	143	Winkel	9.12	3	3	-	-	-	-	3.808	Z
188	Balkenstab	153	127	Winkel	90.00	8	8	-	2	-	-	0.600	XY
189	Kopplung F-F	141	147	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	XY
190	Balkenstab	145	146	Winkel	90.00	10	10	-	-	-	-	0.095	XY
191	Balkenstab	143	147	Winkel	0.00	6	5	-	-	-	-	0.700	XY
Linear													
192	Balkenstab	151	131	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.379	XY
193	Balkenstab	146	148	Winkel	90.00	10	10	-	-	-	-	0.095	XY
194	Balkenstab	148	149	Winkel	90.00	10	10	-	-	-	-	0.095	XY
195	Balkenstab	149	152	Winkel	90.00	10	10	-	-	-	-	0.095	XY
196	Kopplung F-F	150	151	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.041	Y
197	Balkenstab	139	154	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	1.888	XY
198	Balkenstab	152	153	Winkel	90.00	10	10	-	2	-	-	0.095	XY
199	Balkenstab	147	154	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.572	XY
200	Balkenstab	140	155	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	1.955	XY
201	Balkenstab	145	156	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.004	XY
202	Balkenstab	154	155	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.418	XY
203	Balkenstab	146	159	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.032	XY
204	Balkenstab	157	151	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	1.300	X
205	Balkenstab	148	160	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.038	XY
206	Balkenstab	164	132	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.400	X
207	Balkenstab	166	134	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	X
208	Balkenstab	167	135	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	X
209	Balkenstab	169	137	Winkel	360.00	2	2	1	2	-	-	2.400	X
210	Balkenstab	149	161	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	2.024	XY
211	Balkenstab	155	156	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.423	XY
212	Balkenstab	152	162	Winkel	0.00	2	2	1	2	-	-	1.992	XY
213	Balkenstab	170	153	Winkel	90.00	8	8	1	-	-	-	1.943	XY
214	Balkenstab	156	159	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.423	XY
215	Kopplung F-F	158	157	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.046	XY
216	Balkenstab	159	160	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.423	XY
217	Balkenstab	163	157	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.721	X
218	Balkenstab	160	161	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.423	XY
219	Balkenstab	161	162	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.423	XY
220	Balkenstab	162	170	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.277	
221	Balkenstab	165	163	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	YZ
222	Kopplung F-F	165	164	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	Y
223	Kopplung F-F	166	165	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	Y
224	Balkenstab	168	165	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	YZ
225	Kopplung F-F	168	167	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	Y

1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
226	Kopplung F-F	169	168	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.145	Y
227	Balkenstab	170	168	Winkel	90.00	1	1	-	-	-	-	0.338	YZ

1.8 KNOTENLAGER



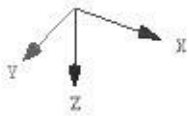
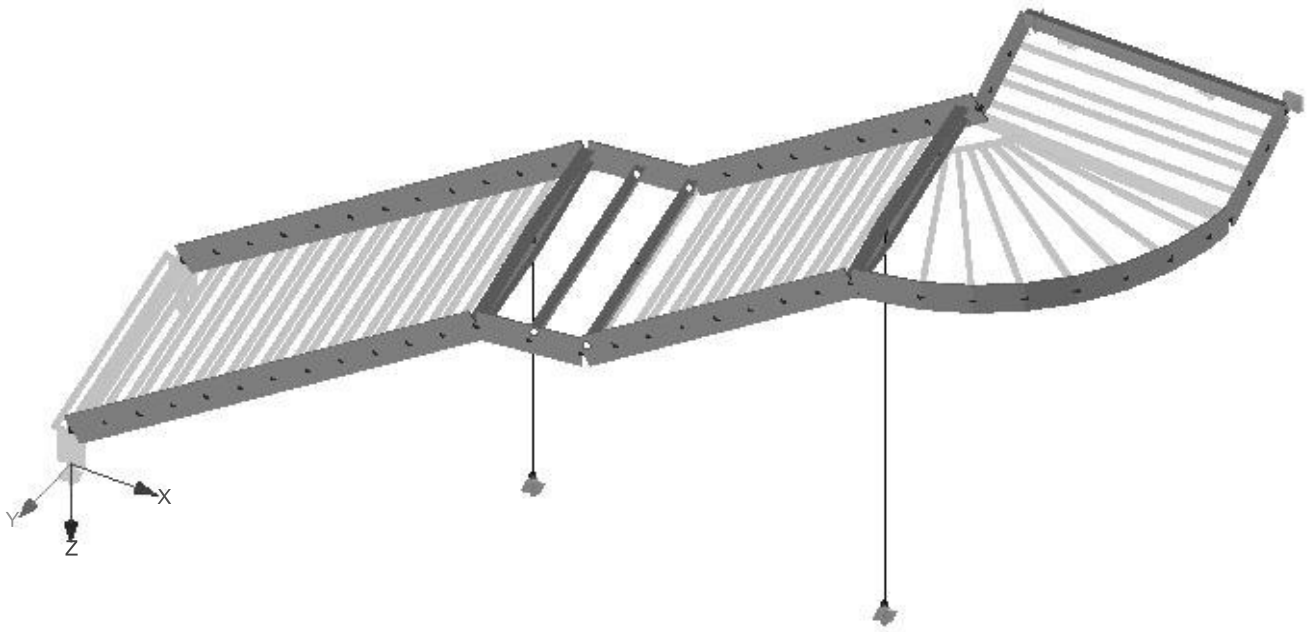
Lager Nr.	Knoten Nr.	Folge	Lagerdrehung [°]			Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder					
			um X	um Y	um Z		$u_{X'}$	$u_{Y'}$	$u_{Z'}$	$\varphi_{X'}$	$\varphi_{Y'}$	$\varphi_{Z'}$
1	3,9	XYZ	0.00	0.00	-12.71	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐
2	150	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☐	☒	☒	☐	☐
3	77,144	XYZ	0.00	0.00	-12.71	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐
4	158	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☒	☒	☒	☐	☐
5	163	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☐	☒	Feder	☐	☐	☐
6	131	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☒	Feder	☐	☐	☐

1.8.2 KNOTENLAGER - FEDERN

Lager Nr.	Knoten Nr.	Wegfeder [kN/m]			Drehfeder [kNm/rad]		
		$C_{u,X'}$	$C_{u,Y'}$	$C_{u,Z'}$	$C_{\varphi,X'}$	$C_{\varphi,Y'}$	$C_{\varphi,Z'}$
5	163	-	-	1000.000	-	-	-
6	131	-	-	1000.000	-	-	-

■ MODELL

Isometrie



2.1 LASTFÄLLE

Last-fall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	☒	0.000	0.000	1.000
LF2	Nutzlast 1	Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsräume	☐			
LF3	Nutzlast 2	Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsräume	☐			
LF4	Nutzlast 3	Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsräume	☐			
LF5	Nutzlast 4	Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsräume	☐			
LF6	Nutzlast 5	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	☐			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-fall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF2	Nutzlast 1	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF3	Nutzlast 2	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF4	Nutzlast 3	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF5	Nutzlast 4	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF6	Nutzlast 5	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)

2.6 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn.-kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	maßgebend GZT	1.35*LF1/s + 1.5*LF2 + 1.5*LF3 + 1.5*LF4 + 1.5*LF5 + 1.5*LF6
EK2	maßgebend GZG	LF1/s + LF2 + LF3 + LF4 + LF5 + LF6

3.2 STABLASTEN

LF1: Eigengewicht

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Symbol	Lastparameter	
								Wert	Einheit
1	Stäbe		Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	p	0.250	kN/m
	3,9,10,18,19,26,27,34,35,42,43,50,51,58,59,66,67,74,75,82,83,90,91,99,115,121,122,129,130,137,138,145,146,153,154,161,162,171,192,204,206-209,217								
2	Stäbe		Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	p	0.300	kN/m
	5,13,16,21,24,29,32,37,40,45,48,53,56,61,64,69,72,77,80,85,88,93,96,103,104,107,109,111,112,117,119,124,127,132,135,140,143,148,151,156,159,164,167,172,175,178,181,185,199,202,211,214,216,218-221,224,227								

3.5 GENERIERTE LASTEN

LF1: Eigengewicht

Nr.	Lastbezeichnung	
1	Aus Flächenlasten durch Ebene	
	Flächenlasttrichtung	Senkrecht zur Ebene : ☒ z
	Stablasttrichtung	Richtung der generierten Stablaster: : ☒ Lokal in x, y, z
	Lastangriffsbereich	☒ Völlig geschlossene Ebene
	Lastverteilungstyp:	☒ Kombiniert
	Flächenlastgröße	☒ Konstant : 1.20 kN/m ²
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten : 78,87,83,70
		Hinweis : Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene
	Gesamtlaster generieren in Richtung	Σ P Flächen X : 0.000 kN
		Y : 0.000 kN
		Z : 3.041 kN
		Σ P Stäbe X : 0.000 kN
		Y : 0.000 kN
		Z : 1.312 kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	Σ M Flächen X : -5.503 kNm
		Y : -11.018 kNm
		Z : 0.000 kNm
		Σ M Stäbe X : -2.428 kNm
		Y : -5.143 kNm
		Z : 0.000 kNm
	Zellen für Generierung gewählt	Σ Anzahl Zellen : 1
		Σ Zellenfläche : 1.093 m ²
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.	: 98,100,103,105,107-110,112,114
2	Aus Flächenlasten durch Ebene	
	Flächenlasttrichtung	Senkrecht zur Ebene : ☒ z
	Stablasttrichtung	Richtung der generierten Stablaster: : ☒ Lokal in x, y, z

LF1
Eigengewicht

3.5 GENERIERTE LASTEN

LF1: Eigengewicht

Nr.	Lastbezeichnung			
	Lastangriffsbereich	☒ Völlig geschlossene Ebene		
	Lastverteilungstyp:	☒ Kombiniert		
	Flächenlastgröße	☒ Konstant	:	1.20 kN/m ²
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	:	127,170,162,161,160, 159,156,155,154,147
		Hinweis	:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene
	Gesamtlasten generieren in Richtung	Σ P Flächen	X	: 0.001 kN
			Y	: -0.001 kN
			Z	: 5.013 kN
		Σ P Stäbe	X	: 0.000 kN
			Y	: 0.000 kN
			Z	: 5.013 kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	Σ M Flächen	X	: -12.239 kNm
			Y	: -37.140 kNm
			Z	: -0.004 kNm
		Σ M Stäbe	X	: -12.237 kNm
			Y	: -37.137 kNm
			Z	: -0.002 kNm
	Zellen für Generierung gewählt	Σ Anzahl Zellen	:	9
		Σ Zellenfläche	:	4.178 m ²
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		:	169,173,183,184,186, 188,190,191,193-195, 197-203,205,210-214, 216,218-220

LF2
Nutzlast 1

3.2 STABLASTEN

LF2: Nutzlast 1

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe		Kraft	Trapezförmig	Z	Wahre Länge	p ₁	0.750	kN/m
	3,9,10,18,19,26,27,34,35,42,43,50,51,58,59,66,67,74,75,82,83,90,91,99								
							p ₂	0.750	kN/m
							A	1.200	m
2	Stäbe		Moment	Konstant	x	Wahre Länge	B	2.400	m
	5,13,21,29,37,45,53,61,69,77,85,93						m	-1.100	kNm/m

LF3
Nutzlast 2

3.2 STABLASTEN

LF3: Nutzlast 2

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe		Kraft	Trapezförmig	Z	Wahre Länge	p ₁	0.750	kN/m
	115,121,122,129,130,137,138,145,146,153,154,161,162,171								
							p ₂	0.750	kN/m
							A	1.200	m
2	Stäbe		Moment	Konstant	x	Wahre Länge	B	2.400	m
	103,109,111,117,124,132,140,148,156,164,172						m	-1.100	kNm/m

3.5 GENERIERTE LASTEN

LF3: Nutzlast 2

Nr.	Lastbezeichnung			
1	Aus Flächenlasten durch Ebene			
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene	:	☒ z
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten:	:	☒ Lokal in x, y, z
	Lastangriffsbereich	☒ Völlig geschlossene Ebene		
	Lastverteilungstyp:	☒ Kombiniert		
	Flächenlastgröße	☒ Konstant	:	5.00 kN/m ²
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	:	76,85,83,74
		Hinweis	:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene
	Gesamtlasten generieren in Richtung	Σ P Flächen	X	: 0.000 kN
			Y	: 0.000 kN
			Z	: 5.465 kN
		Σ P Stäbe	X	: 0.000 kN
			Y	: 0.000 kN
			Z	: 5.465 kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	Σ M Flächen	X	: -13.186 kNm
			Y	: -19.674 kNm
			Z	: 0.000 kNm
		Σ M Stäbe	X	: -13.186 kNm
			Y	: -19.675 kNm
			Z	: 0.000 kNm
	Zellen für Generierung gewählt	Σ Anzahl Zellen	:	2
		Σ Zellenfläche	:	1.093 m ²
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		:	100,103,108-110

LF4
Nutzlast 3

3.2 STABLASTEN

LF4: Nutzlast 3

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe 3,9,10,18,19,26,27,34,35,42,43,50,51,58,59,66,67,74,75,82,83,90,91,99		Kraft	Trapezförmig	Z	Wahre Länge	p ₁	0.750	kN/m
							p ₂	0.750	kN/m
							A	0.000	m
							B	1.200	m
2	Stäbe 16,24,32,40,48,56,64,72,80,88,96,104		Moment	Konstant	x	Wahre Länge	m	1.100	kNm/m

LF5
Nutzlast 4

3.2 STABLASTEN

LF5: Nutzlast 4

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe 115,121,122,129,130,137,138,145,146,153,154,161,162,171		Kraft	Trapezförmig	Z	Wahre Länge	p ₁	0.750	kN/m
							p ₂	0.750	kN/m
							A	0.000	m
							B	1.200	m
2	Stäbe 107,112,119,127,135,143,151,159,167,185		Moment	Konstant	x	Wahre Länge	m	1.100	kNm/m

3.5 GENERIERTE LASTEN

LF5: Nutzlast 4

Nr.	Lastbezeichnung			
1	Aus Flächenlasten durch Ebene			
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene		: ☒ z
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablaster:		: ☒ Lokal in x, y, z
	Lastangriffsbereich	☒ Völlig geschlossene Ebene		
	Lastverteilungstyp:	☒ Kombiniert		
	Flächenlastgröße	☒ Konstant	:	5.00 kN/m ²
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	:	85,76,80,87
		Hinweis	:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene
	Gesamtlaster generieren in Richtung	Σ P Flächen	X	: 0.000 kN
			Y	: 0.000 kN
			Z	: 5.465 kN
		Σ P Stäbe	X	: 0.000 kN
			Y	: 0.000 kN
			Z	: 5.465 kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	Σ M Flächen	X	: -6.711 kNm
			Y	: -20.714 kNm
			Z	: 0.000 kNm
		Σ M Stäbe	X	: -6.711 kNm
			Y	: -20.714 kNm
			Z	: 0.000 kNm
	Zellen für Generierung gewählt	Σ Anzahl Zellen	:	2
		Σ Zellenfläche	:	1.093 m ²
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		:	105,107,108,112,114

LF6
Nutzlast 5

3.2 STABLASTEN

LF6: Nutzlast 5

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	192,204,206-209,217	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	p	0.750	kN/m
2	Stäbe	175,178,181	Moment	Konstant	x	Wahre Länge	m	-1.100	kNm/m
3	Stäbe	199,202,211,214,216,218-221,224,227	Moment	Konstant	x	Wahre Länge	m	1.100	kNm/m

3.5 GENERIERTE LASTEN

LF6: Nutzlast 5

Nr.	Lastbezeichnung			
2	Aus Flächenlasten durch Ebene			
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene		: ☒ z
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablaster:		: ☒ Lokal in x, y, z
	Lastangriffsbereich	☒ Völlig geschlossene Ebene		
	Lastverteilungstyp:	☒ Kombiniert		
	Flächenlastgröße	☒ Konstant	:	5.00 kN/m ²
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	:	147,154,155,156,159,160,161,162,170,127
		Hinweis	:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene
	Gesamtlaster generieren in Richtung	Σ P Flächen	X	: 0.002 kN
			Y	: -0.003 kN
			Z	: 20.889 kN
		Σ P Stäbe	X	: 0.000 kN
			Y	: -0.001 kN
			Z	: 20.889 kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	Σ M Flächen	X	: -50.998 kNm
			Y	: -154.748 kNm
			Z	: -0.019 kNm

3.5 GENERIERTE LASTEN

LF6: Nutzlast 5

Nr.	Lastbezeichnung		
	ΣM Stäbe	X	: -50.989 kNm
		Y	: -154.739 kNm
		Z	: -0.008 kNm
	Zellen für Generierung gewählt	Σ Anzahl Zellen	: 9
		Σ Zellenfläche	: 4.178 m ²
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.		: 169,173,183,184,186, 188,190,191,193-195, 197-203,205,210-214, 216,218-220

4.4 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P _x	P _y	P _z	M _x	M _y	M _z	
3	LF1	-0.63	0.06	6.70	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF2	0.08	1.61	11.37	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF3	-0.73	0.18	1.83	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF4	-0.13	0.97	0.29	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF5	0.27	-0.09	-1.98	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF6	-0.88	0.17	1.59	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
9	LF1	0.05	0.00	5.31	0.00	0.00	0.00	Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem $\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF2	-0.87	-1.60	0.13	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF3	-0.28	-0.13	-1.68	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF4	0.43	-0.90	10.86	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF5	0.21	0.12	1.16	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF6	0.24	-0.15	-1.16	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
77	LF1	0.01	0.05	21.37	0.00	0.00	0.00	Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem $\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF2	0.03	0.16	11.52	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF3	0.02	0.11	10.64	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF4	-0.02	-0.16	10.36	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF5	-0.02	-0.14	9.85	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF6	0.02	0.14	-3.82	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
131	LF1	1.75	-0.01	0.36	0.00	0.00	0.00	Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem Eigengewicht
	LF2	2.70	-0.25	0.10	0.00	0.00	0.00	Nutzlast 1
	LF3	2.81	-0.20	0.38	0.00	0.00	0.00	Nutzlast 2
	LF4	-1.01	0.29	-0.12	0.00	0.00	0.00	Nutzlast 3
	LF5	-1.87	0.42	-0.17	0.00	0.00	0.00	Nutzlast 4
	LF6	0.85	-0.43	0.58	0.00	0.00	0.00	Nutzlast 5
144	LF1	0.00	0.02	15.44	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF2	0.01	0.08	-2.86	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF3	0.02	0.15	0.16	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF4	-0.01	-0.07	2.18	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF5	-0.02	-0.19	12.35	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
	LF6	-0.01	0.03	18.70	0.00	0.00	0.00	$\varphi_z = -12.71^\circ$
150	LF1	-1.97	0.00	3.96	2.12	0.00	0.00	Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem Eigengewicht
	LF2	-2.65	0.00	1.51	0.86	0.00	0.00	Nutzlast 1
	LF3	-2.60	0.00	8.76	4.19	0.00	0.00	Nutzlast 2
	LF4	0.75	0.00	-2.10	-1.21	0.00	0.00	Nutzlast 3
	LF5	1.76	0.00	-3.39	-1.98	0.00	0.00	Nutzlast 4
	LF6	-0.97	0.00	3.03	2.25	0.00	0.00	Nutzlast 5
158	LF1	0.79	0.03	4.57	2.30	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.71	-0.33	-0.28	0.39	0.00	0.00	Nutzlast 1
	LF3	0.77	-0.26	-2.27	0.09	0.00	0.00	Nutzlast 2
	LF4	0.00	0.28	0.25	-0.54	0.00	0.00	Nutzlast 3
	LF5	-0.33	0.34	0.43	-0.70	0.00	0.00	Nutzlast 4
	LF6	0.74	0.82	9.05	6.82	0.00	0.00	Nutzlast 5
163	LF1	0.00	-0.14	0.95	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	0.32	0.10	0.00	0.00	0.00	Nutzlast 1
	LF3	0.00	0.16	0.24	0.00	0.00	0.00	Nutzlast 2
	LF4	0.00	-0.41	-0.13	0.00	0.00	0.00	Nutzlast 3
	LF5	0.00	-0.46	-0.18	0.00	0.00	0.00	Nutzlast 4
	LF6	0.00	-0.58	1.92	0.00	0.00	0.00	Nutzlast 5
Σ Lager	LF1	0.00	0.00	58.65				
Σ Lasten	LF1	0.00	0.00	58.65				
Σ Lager	LF2	0.00	0.00	21.60				
Σ Lasten	LF2	0.00	0.00	21.60				
Σ Lager	LF3	0.00	0.00	18.06				
Σ Lasten	LF3	0.00	0.00	18.06				
Σ Lager	LF4	0.00	0.00	21.60				
Σ Lasten	LF4	0.00	0.00	21.60				
Σ Lager	LF5	0.00	0.00	18.06				
Σ Lasten	LF5	0.00	0.00	18.06				
Σ Lager	LF6	0.00	0.00	29.89				
Σ Lasten	LF6	0.00	0.00	29.89				

4.3 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Ergebniskombinationen

Stab Nr.	EK	Knoten Nr.	Stelle x [m]		Kräfte [kN]			Momente [kNm]			Zugehörige Lastfälle
					N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
Querschnitt-Nr. 1: Flachstahl 280/20											
104	EK1		0.338	MAX N	14.46	-24.53	0.16	-3.49	0.36	20.79	LF 1-4,6
5	EK1		0.000	MIN N	-17.07	21.06	0.16	-3.52	-0.35	2.33	LF 1-4,6
103	EK1		0.000	MAX V _y	-0.69	21.92	-0.20	-2.52	-0.23	13.04	LF 1,3-5
104	EK1		0.338	MIN V _y	14.46	-24.53	0.16	-3.49	0.36	20.79	LF 1-4,6
175	EK1		0.270	MAX V _z	11.88	-23.37	4.55	0.78	1.49	11.20	LF 1-3,6
112	EK1		0.000	MIN V _z	0.22	7.36	-3.98	1.82	0.38	6.85	LF 1,3,5,6

■ 4.3 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Ergebniskombinationen

Stab Nr.	EK	Knoten Nr.	Stelle x [m]		Kräfte [kN]				Momente [kNm]			Zugehörige Lastfälle
					N	V _y	V _z		M _T	M _y	M _z	
172	EK1		0.166	MAX M _T	5.36	-17.83	-1.12	▷	4.47	0.99	-2.15	LF 1-3,6
5	EK1		0.000	MIN M _T	-16.75	20.16	0.24	▷	-3.60	-0.50	2.89	LF 1-3,6
175	EK1		0.338	MAX M _y	11.92	-23.42	4.55	▷	0.89	1.80	12.78	LF 1-3,6
181	EK1		0.000	MIN M _y	7.70	-16.37	4.55	▷	-0.51	-2.06	-4.60	LF 1-3,6
199	EK1		0.000	MAX M _z	-0.39	19.68	-0.36	▷	-2.01	0.29	29.00	LF 1,4,6
124	EK1		0.000	MIN M _z	-3.89	-2.58	-0.23	▷	-0.31	0.18	-25.21	LF 1-3,6
Querschnitt-Nr. 2: QRO 50x4 (kaltgefertigt)												
212	EK1		0.000	MAX N	0.00	0.00	0.34		0.00	0.00	0.00	LF 1
197	EK1		1.888	MIN N	0.00	0.00	-0.52		0.00	0.00	0.00	LF 1
34	EK1		0.000	MAX V _y	0.00	0.00	0.49		0.00	0.00	0.00	LF 1
34	EK1		2.400	MIN V _y	0.00	0.00	-0.49		0.00	0.00	0.00	LF 1
197	EK1		0.000	MAX V _z	0.00	0.00	1.93	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1,6
197	EK1		1.888	MIN V _z	0.00	0.00	-2.61	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1,6
3	EK1		0.000	MAX M _T	0.00	0.00	0.49	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1
3	EK1		0.000	MIN M _T	0.00	0.00	0.49	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1
205	EK1		1.019	MAX M _y	0.00	0.00	0.24		0.00	1.24	0.00	LF 1,6
10	EK1		2.400	MIN M _y	0.00	0.00	-0.49		0.00	0.00	0.00	LF 1
130	EK1		1.200	MAX M _z	0.00	0.00	0.00		0.00	0.30	0.00	LF 1
34	EK1		1.200	MIN M _z	0.00	0.00	0.00		0.00	0.30	0.00	LF 1
Querschnitt-Nr. 3: RO 114.3x5 (kaltgefertigt)												
187	EK1		3.808	MAX N	-15.69	0.14	0.00		0.00	-0.01	-0.53	LF 1,2
102	EK1		0.000	MIN N	-92.39	0.01	0.01		0.00	0.00	0.00	LF 1-5
102	EK1		0.000	MAX V _y	-56.34	0.68	0.01		0.00	0.00	0.00	LF 1-3,6
102	EK1		0.000	MIN V _y	-59.16	-0.40	0.01		0.00	0.00	0.00	LF 1,4,5
187	EK1		0.000	MAX V _z	-42.63	-0.36	0.02	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1,4,5
187	EK1		0.000	MIN V _z	-44.85	0.41	-0.02	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1-3,6
187	EK1		0.000	MAX M _T	-20.84	0.02	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1
102	EK1		0.000	MIN M _T	-28.84	0.07	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1
187	EK1		3.808	MAX M _y	-41.77	-0.36	0.02		0.00	0.07	1.38	LF 1,4,5
187	EK1		3.808	MIN M _y	-43.99	0.41	-0.02		0.00	-0.07	-1.56	LF 1-3,6
187	EK1		3.808	MAX M _z	-41.77	-0.36	0.02		0.00	0.07	1.38	LF 1,4,5
102	EK1		2.418	MIN M _z	-55.80	0.68	0.01		0.00	0.02	-1.65	LF 1-3,6
Querschnitt-Nr. 4: RRO 140x80x8 (warmgefertigt)												
192	EK1		0.000	MAX N	7.35	0.47	24.83		-12.78	-10.97	-0.91	LF 1-3,6
204	EK1		0.000	MIN N	-4.64	0.48	1.88		0.00	-11.89	0.21	LF 1-3,6
217	EK1		0.000	MAX V _y	0.29	1.94	-11.99		10.53	-2.09	1.11	LF 1,4,6
217	EK1		0.649	MIN V _y	-0.10	-0.26	-4.80		3.73	-3.32	0.13	LF 1-3
192	EK1		0.000	MAX V _z	7.35	0.47	24.83	▷	-12.78	-10.97	-0.91	LF 1-3,6
217	EK1		0.721	MIN V _z	-0.21	1.03	-14.20	▷	13.05	-12.02	-0.06	LF 1,2,6
217	EK1		0.000	MAX M _T	-0.26	0.87	-12.75	▷	13.34	-2.28	0.63	LF 1-3,6
192	EK1		0.000	MIN M _T	7.35	0.47	24.83	▷	-12.78	-10.97	-0.91	LF 1-3,6
204	EK1		1.300	MAX M _y	-0.11	-0.16	2.24		0.00	0.57	0.10	LF 1,4,5
217	EK1		0.721	MIN M _y	-0.21	1.03	-14.20	▷	13.05	-12.02	-0.06	LF 1,2,6
217	EK1		0.000	MAX M _z	0.29	1.94	-11.99		10.53	-2.09	1.11	LF 1,4,6
192	EK1		0.379	MIN M _z	7.17	0.57	17.12		-9.59	-0.93	-1.10	LF 1-3
Querschnitt-Nr. 7: RRO 100x50x4 (kaltgefertigt)												
108	EK1		0.000	MAX N	4.98	4.26	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1,3,5
110	EK1		0.000	MIN N	-4.35	2.41	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1,3,5
108	EK1		0.000	MAX V _y	4.98	4.26	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1,3,5
108	EK1		2.400	MIN V _y	4.98	-4.27	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1,3,5
110	EK1		0.000	MAX V _z	-0.11	0.54	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1
114	EK1		1.200	MIN V _z	-0.11	-0.54	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1
114	EK1		0.000	MAX M _T	-0.11	0.00	0.00	▷	0.00	0.00	-0.35	LF 1
108	EK1		0.000	MIN M _T	0.07	0.54	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1
110	EK1		1.200	MAX M _y	-0.11	0.00	0.00		0.00	0.00	-0.35	LF 1
108	EK1		2.400	MIN M _y	0.07	-0.54	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1
108	EK1		0.000	MAX M _z	0.07	0.54	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1
108	EK1		1.200	MIN M _z	4.98	0.00	0.00		0.00	0.00	-2.80	LF 1,3,5
Querschnitt-Nr. 8: FL 150x20 DIN 1017-1												
213	EK1		0.000	MAX N	0.00	3.07	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1,6
188	EK1		0.600	MIN N	0.00	-1.69	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1
213	EK1		0.000	MAX V _y	0.00	3.07	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1,6
188	EK1		0.600	MIN V _y	0.00	-6.54	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1,6
188	EK1		0.000	MAX V _z	0.00	-5.86	0.00	▷	0.00	0.00	-3.71	LF 1,6
213	EK1		0.000	MIN V _z	0.00	3.07	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1,6
213	EK1		0.000	MAX M _T	0.00	0.94	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1
188	EK1		0.000	MIN M _T	0.00	-1.41	0.00	▷	0.00	0.00	-0.93	LF 1
213	EK1		0.000	MAX M _y	0.00	0.94	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1
188	EK1		0.000	MIN M _y	0.00	-5.86	0.00		0.00	0.00	-3.71	LF 1,6
188	EK1		0.600	MAX M _z	0.00	-1.69	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1
188	EK1		0.000	MIN M _z	0.00	-5.86	0.00		0.00	0.00	-3.71	LF 1,6
Querschnitt-Nr. 10: FL 50x25 DIN 1017-1												
198	EK1		0.095	MAX N	0.00	-1.46	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1
173	EK1		0.000	MIN N	0.00	7.04	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1,6
173	EK1		0.000	MAX V _y	0.00	7.04	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1,6
198	EK1		0.095	MIN V _y	0.00	-6.82	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1,6
173	EK1		0.000	MAX V _z	0.00	7.04	0.00	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1,6
198	EK1		0.000	MIN V _z	0.00	-6.77	0.00	▷	0.00	0.00	-0.64	LF 1,6
198	EK1		0.000	MAX M _T	0.00	-1.45	0.00	▷	0.00	0.00	-0.14	LF 1
186	EK1		0.000	MIN M _T	0.00	0.67	0.00	▷	0.00	0.00	-0.24	LF 1
193	EK1		0.095	MAX M _y	0.00	-0.25	0.00		0.00	0.00	-0.30	LF 1
173	EK1		0.000	MIN M _y	0.00	1.50	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1
198	EK1		0.095	MAX M _z	0.00	-1.46	0.00		0.00	0.00	0.00	LF 1
190	EK1		0.095	MIN M _z	0.00	0.94	0.00		0.00	0.00	-1.52	LF 1,6
Querschnitt-Nr. 11: BRFL 250x20 DIN 59200												
12	EK1		0.334	MAX N	-2.70	0.03	0.60		0.00	0.20	-0.01	LF 1,3,6
2	EK1		0.000	MIN N	-31.89	-3.70	-2.00		0.00	0.00	0.00	LF 1-4,6
12	EK1		0.000	MAX V _y	-23.32	1.49	2.88		0.00	0.00	0.00	LF 1,4-6
2	EK1		0.000	MIN V _y	-31.89	-3.70	-2.00		0.00	0.00	0.00	LF 1-4,6
12	EK1		0.000	MAX V _z	-19.07	-0.33	5.52	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1-4,6
2	EK1		0.334	MIN V _z	-23.59	-0.83	-2.15	▷	0.00	-0.72	0.28	LF 1,2,4,5
12	EK1		0.000	MAX M _T	-7.15	0.07	0.48	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1
2	EK1		0.000	MIN M _T	-9.03	-0.86	0.62	▷	0.00	0.00	0.00	LF 1

■ 4.3 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Ergebniskombinationen

Stab Nr.	EK	Knoten Nr.	Stelle x [m]		Kräfte [kN]			Momente [kNm]			Zugehörige Lastfälle
					N	V _y	V _z	M _T	M _y	M _z	
12	EK1		0.334	MAX M _y	-18.89	-0.33	5.51	0.00	1.85	0.11	LF 1-4,6
2	EK1		0.334	MIN M _y	-23.59	-0.83	-2.15	0.00	-0.72	0.28	LF 1,2,4,5
2	EK1		0.334	MAX M _z	-31.72	-3.70	-2.02	0.00	-0.67	1.24	LF 1-4,6
12	EK1		0.334	MIN M _z	-23.14	1.49	2.87	0.00	0.96	-0.50	LF 1,4-6
Querschnitt-Nr. 12: QRO 100x4 (kaltgefertigt)											
6	EK1		0.000	MAX N	4.05	0.20	0.97	1.05	-2.63	-1.42	LF 1-4,6
6	EK1		0.000	MIN N	-0.21	-0.06	0.21	-0.41	-0.08	-0.11	LF 1,5
6	EK1		0.000	MAX V _y	1.55	0.82	-0.52	0.36	-0.03	0.16	LF 1,3,4,6
6	EK1		0.000	MIN V _y	2.29	-0.68	1.71	0.29	-2.68	-1.69	LF 1,2,5
6	EK1		0.000	MAX V _z	2.72	-0.42	2.16	1.75	-3.23	-1.35	LF 1-3,6
6	EK1		2.400	MIN V _z	1.13	0.55	-1.35	-1.11	-2.26	-1.51	LF 1,4,5
6	EK1		0.000	MAX M _T	2.72	-0.42	2.16	1.75	-3.23	-1.35	LF 1-3,6
6	EK1		0.000	MIN M _T	1.13	0.55	-0.97	-1.11	0.52	-0.19	LF 1,4,5
6	EK1		2.400	MAX M _y	2.72	-0.42	1.78	1.75	1.49	-0.35	LF 1-3,6
6	EK1		0.000	MIN M _y	2.72	-0.42	2.16	1.75	-3.23	-1.35	LF 1-3,6
6	EK1		0.000	MAX M _z	0.22	0.20	0.66	1.05	-0.63	0.24	LF 1,3,6
6	EK1		2.400	MIN M _z	4.05	0.20	0.59	1.05	-0.75	-1.90	LF 1-4,6
Querschnitt-Nr. 5 - 6 : IS 120/120/6.5/11/3 - IS 240/120/6.5/11/3											
100	EK1		0.400	MAX N	1.55	0.01	-30.44	-0.02	-14.73	-1.14	LF 1,2,4
100	EK1		0.000	MIN N	-1.05	0.12	-24.79	0.00	-2.16	0.00	LF 1,3,5,6
100	EK1		0.000	MAX V _y	0.36	0.85	-27.71	-0.01	0.45	0.37	LF 1,4-6
100	EK1		0.840	MIN V _y	0.14	-0.72	-28.92	-0.01	-28.76	-0.90	LF 1-3
100	EK1		0.000	MAX V _z	-0.09	0.10	-11.20	0.00	0.19	0.10	LF 1,6
100	EK1		1.200	MIN V _z	0.59	0.03	-46.21	-0.01	-58.87	-1.27	LF 1-5
100	EK1		0.000	MAX M _T	-0.63	-0.05	-16.96	0.01	-2.35	-0.14	LF 1,3,6
100	EK1		0.000	MIN M _T	1.13	0.18	-38.13	-0.02	-2.40	-1.00	LF 1,2,4,5
100	EK1		0.000	MAX M _y	0.44	0.78	-30.36	-0.01	0.45	0.29	LF 1,4,5
100	EK1		1.200	MIN M _y	0.59	0.03	-46.21	-0.01	-58.87	-1.27	LF 1-5
100	EK1		0.000	MAX M _z	0.36	0.85	-27.71	-0.01	0.45	0.37	LF 1,4-6
100	EK1		0.000	MIN M _z	0.14	-0.72	-27.37	-0.01	-5.19	-1.51	LF 1-3
Querschnitt-Nr. 5 - 9 : IS 120/120/6.5/11/3 - IS 162.4/120/6.5/11/3 (Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung))											
169	EK1		0.000	MAX N	1.30	0.46	-9.99	0.01	-0.07	-0.25	LF 1,4,5
169	EK1		0.000	MIN N	-0.84	-0.12	-6.09	-0.04	1.67	-0.60	LF 1-3,6
169	EK1		0.000	MAX V _y	0.16	0.76	-11.45	-0.02	1.82	0.21	LF 1,2,5,6
169	EK1		0.540	MIN V _y	0.31	-0.42	-4.91	-0.02	-2.80	-0.83	LF 1,3,4
169	EK1		0.000	MAX V _z	-0.35	0.26	-3.19	-0.02	1.25	0.49	LF 1,2
169	EK1		0.600	MIN V _z	0.81	0.08	-13.61	-0.02	-7.62	-1.39	LF 1,3-6
169	EK1		0.000	MAX M _T	1.30	0.46	-9.99	0.01	-0.07	-0.25	LF 1,4,5
169	EK1		0.000	MIN M _T	-0.84	-0.12	-6.09	-0.04	1.67	-0.60	LF 1-3,6
169	EK1		0.000	MAX M _y	-0.68	0.30	-5.92	-0.03	2.33	0.47	LF 1,2,6
169	EK1		0.600	MIN M _y	0.81	0.08	-13.61	-0.02	-7.62	-1.39	LF 1,3-6
169	EK1		0.000	MAX M _z	-0.35	0.26	-3.19	-0.02	1.25	0.49	LF 1,2
169	EK1		0.600	MIN M _z	0.81	0.08	-13.61	-0.02	-7.62	-1.39	LF 1,3-6
Querschnitt-Nr. 6 - 5 : IS 240/120/6.5/11/3 - IS 120/120/6.5/11/3											
105	EK1		0.000	MAX N	1.75	0.06	27.26	0.03	-35.37	-1.15	LF 1,2,4,6
105	EK1		0.960	MIN N	-0.96	0.05	27.24	0.00	-9.22	-0.19	LF 1,3,5
105	EK1		0.000	MAX V _y	0.17	0.84	24.70	0.02	-33.54	-0.65	LF 1,4-6
105	EK1		1.200	MIN V _y	0.62	-0.73	31.36	0.01	-0.25	0.23	LF 1-3
191	EK1		0.000	MAX V _z	0.72	0.08	47.80	-0.01	-31.43	-1.48	LF 1,3-6
191	EK1		0.700	MIN V _z	-0.21	0.26	9.56	-0.03	0.81	-0.12	LF 1,2
191	EK1		0.000	MAX M _T	0.94	0.44	29.32	0.07	-20.85	-1.02	LF 1,4,5
191	EK1		0.000	MIN M _T	-0.43	-0.10	28.52	-0.11	-16.63	-0.40	LF 1-3,6
191	EK1		0.700	MAX M _y	0.09	0.03	33.28	-0.04	3.38	-0.08	LF 1,4,6
105	EK1		0.000	MIN M _y	0.60	0.02	45.63	0.02	-58.84	-1.27	LF 1-5
105	EK1		1.200	MAX M _z	0.62	-0.73	31.36	0.01	-0.25	0.23	LF 1-3
191	EK1		0.700	MIN M _z	0.13	0.36	40.07	-0.07	0.89	-1.71	LF 1-3,5,6
Querschnitt-Nr. 9 - 6 : IS 162.4/120/6.5/11/3 - IS 240/120/6.5/11/3											
183	EK1		0.000	MAX N	1.30	0.46	-11.80	0.01	-6.16	-0.52	LF 1,4,5
183	EK1		0.000	MIN N	-0.84	-0.12	-13.84	-0.04	-2.21	-0.53	LF 1-3,6
183	EK1		0.000	MAX V _y	0.15	0.76	-19.20	-0.02	-5.28	-0.25	LF 1,2,5,6
183	EK1		1.100	MIN V _y	0.31	-0.42	-7.09	-0.02	-10.50	-0.34	LF 1,3,4
183	EK1		0.000	MAX V _z	-0.35	0.25	-4.99	-0.02	-0.75	0.34	LF 1,2
183	EK1		1.100	MIN V _z	0.81	0.08	-22.27	-0.02	-31.07	-1.48	LF 1,3-6
183	EK1		0.000	MAX M _T	1.30	0.46	-11.80	0.01	-6.16	-0.52	LF 1,4,5
183	EK1		0.000	MIN M _T	-0.84	-0.12	-13.84	-0.04	-2.21	-0.53	LF 1-3,6
183	EK1		0.000	MAX M _y	-0.35	0.25	-4.99	-0.02	-0.75	0.34	LF 1,2
183	EK1		1.100	MIN M _y	0.81	0.08	-22.27	-0.02	-31.07	-1.48	LF 1,3-6
183	EK1		0.000	MAX M _z	-0.35	0.25	-4.99	-0.02	-0.75	0.34	LF 1,2
183	EK1		1.100	MIN M _z	0.37	0.19	-21.82	-0.02	-29.82	-1.49	LF 1,3,5,6

■ 4.4 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Knoten Nr.	EK		Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			Zugehörige Lastfälle
			P _x	P _y	P _z	M _x	M _y	M _z	
3	EK1	Max P _x	-0.33	2.37	23.13	0.00	0.00	0.00	LF 1,2,5
		Min P _x	-3.47	2.06	14.62	0.00	0.00	0.00	LF 1,3,4,6
		Max P _y	-3.36	4.48	31.68	0.00	0.00	0.00	LF 1-4,6
		Min P _y	-0.44	-0.05	6.07	0.00	0.00	0.00	LF 1,5
		Max P _z	-3.36	4.48	31.68	0.00	0.00	0.00	LF 1-4,6
		Min P _z	-0.44	-0.05	6.07	0.00	0.00	0.00	LF 1,5
9	EK1	Max P _x	1.39	-1.38	23.46	0.00	0.00	0.00	Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem LF 1,4-6
		Min P _x	-1.66	-2.59	4.84	0.00	0.00	0.00	LF 1-3
		Max P _y	0.39	0.19	8.91	0.00	0.00	0.00	LF 1,5
		Min P _y	-0.66	-4.16	19.40	0.00	0.00	0.00	LF 1-4,6
		Max P _z	-0.27	-3.56	25.39	0.00	0.00	0.00	LF 1,2,4,5
		Min P _z	0.00	-0.41	2.92	0.00	0.00	0.00	LF 1,3,6
77	EK1	Max P _x	0.12	0.67	56.34	0.00	0.00	0.00	Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem LF 1-3,6
		Min P _x	-0.05	-0.40	59.16	0.00	0.00	0.00	LF 1,4,5
		Max P _y	0.12	0.67	56.34	0.00	0.00	0.00	LF 1-3,6

■ 4.4 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Knoten Nr.	EK		Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			Zugehörige Lastfälle
			P _X	P _Y	P _Z	M _X	M _Y	M _Z	
77		Min P _Y	-0.05	-0.40	59.16	0.00	0.00	0.00	LF 1,4,5
		Max P _Z	0.01	0.01	92.39	0.00	0.00	0.00	LF 1-5
		Min P _Z	0.05	0.27	23.11	0.00	0.00	0.00	LF 1,6
131	EK1	Max P _X	11.90	-1.33	2.08	0.00	0.00	0.00	Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem LF 1-3,6
		Min P _X	-1.96	1.05	0.05	0.00	0.00	0.00	LF 1,4,5
		Max P _Y	-1.96	1.05	0.05	0.00	0.00	0.00	LF 1,4,5
		Min P _Y	11.90	-1.33	2.08	0.00	0.00	0.00	LF 1-3,6
		Max P _Z	11.90	-1.33	2.08	0.00	0.00	0.00	LF 1-3,6
		Min P _Z	-1.96	1.05	0.05	0.00	0.00	0.00	LF 1,4,5
144	EK1	Max P _X	0.05	0.36	16.80	0.00	0.00	0.00	LF 1-3
		Min P _X	-0.05	-0.31	70.69	0.00	0.00	0.00	LF 1,4-6
		Max P _Y	0.05	0.41	44.85	0.00	0.00	0.00	LF 1-3,6
		Min P _Y	-0.04	-0.36	42.63	0.00	0.00	0.00	LF 1,4,5
		Max P _Z	-0.01	-0.09	70.93	0.00	0.00	0.00	LF 1,3-6
		Min P _Z	0.02	0.14	16.55	0.00	0.00	0.00	LF 1,2
150	EK1	Max P _X	1.10	0.00	-2.89	-1.93	0.00	0.00	Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem LF 1,4,5
		Min P _X	-11.99	0.00	25.29	13.81	0.00	0.00	LF 1-3,6
		Max P _Z	-11.99	0.00	25.29	13.81	0.00	0.00	LF 1-3,6
		Min P _Z	1.10	0.00	-2.89	-1.93	0.00	0.00	LF 1,4,5
		Max M _X	-11.99	0.00	25.29	13.81	0.00	0.00	LF 1-3,6
		Min M _X	1.10	0.00	-2.89	-1.93	0.00	0.00	LF 1,4,5
158	EK1	Max P _X	4.39	0.39	15.92	14.07	0.00	0.00	LF 1-3,6
		Min P _X	0.56	0.97	7.20	1.25	0.00	0.00	LF 1,4,5
		Max P _Y	1.67	2.20	20.77	11.48	0.00	0.00	LF 1,4-6
		Min P _Y	3.27	-0.84	2.35	3.84	0.00	0.00	LF 1-3
		Max P _Z	1.67	2.20	20.77	11.48	0.00	0.00	LF 1,4-6
		Min P _Z	3.27	-0.84	2.35	3.84	0.00	0.00	LF 1-3
163	EK1	Max M _X	4.39	0.39	15.92	14.07	0.00	0.00	LF 1-3,6
		Min M _X	0.56	0.97	7.20	1.25	0.00	0.00	LF 1,4,5
		Max P _Y	0.00	0.52	1.79	0.00	0.00	0.00	LF 1-3
		Min P _Y	0.00	-2.38	3.70	0.00	0.00	0.00	LF 1,4-6
		Max P _Z	0.00	-0.35	4.68	0.00	0.00	0.00	LF 1-3,6
		Min P _Z	0.00	-1.51	0.82	0.00	0.00	0.00	LF 1,4,5

1.1 BASISANGABEN

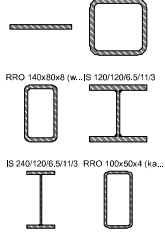
Zu bemessende Stäbe:	2,3,5,6,9,10,12,13,16,18,19,21,24,26,27,29,32,34,35,37,40,42,43,45,48,50,51,53,56,58,59,61,64,66,67,69,72,74,75,77,80,82,83,85,88,90,91,93,96,98-100,103-105,107-112,114,115,117,119,121,122,124,127,129,130,132,135,137,138,140,143,145,146,148,151,153,154,156,159,161,162,164,167,169-175,178,181,183-186,188,190-195,197-214,216-221,224,227
Zu bemessende Stabsätze:	
Nationaler Anhang:	DIN
Tragfähigkeitsnachweise	
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK1 maßgebend GZT

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl v [-]	Streckgrenze f _{yk} [kN/cm ²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	Baustahl S 235 DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	23.50	40.0
					21.50	80.0
					21.50	100.0
					19.50	150.0
					18.50	200.0
					17.50	250.0
					16.50	400.0

1.3 QUERSCHNITTE

Flachstahl 280/20 QRO 50x4 (kaltgef...



Quer. Nr.	Material Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnitts-typ	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	1	Flachstahl 280/20	Flachstahl	0.96	
2	1	QRO 50x4 (kaltgefertigt)	Hohlprofil gewalzt	0.45	
4	1	RRO 140x80x8 (warmgefertigt)	Hohlprofil gewalzt	0.91	
5	1	IS 120/120/6.5/11/3	I-Profil geschweißt IS	0.50	
6	1	IS 240/120/6.5/11/3	I-Profil geschweißt IS	0.50	
7	1	RRO 100x50x4 (kaltgefertigt)	Hohlprofil gewalzt	0.57	
8	1	FL 150x20 DIN 1017-1	Flachstahl	0.21	
9	1	IS 162.4/120/6.5/11/3	I-Profil geschweißt IS	0.20	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)
10	1	FL 50x25 DIN 1017-1	Flachstahl	0.62	
11	1	BRFL 250x20 DIN 59200	Flachstahl	0.49	
12	1	QRO 100x4 (kaltgefertigt)	Hohlprofil gewalzt	0.46	



2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	Flachstahl 280/20					
	174	0.003	EK1	0.00	≤ 1	CS100) Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen
	104	0.338	EK1	0.01	≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	5	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	181	0.068	EK1	0.06	≤ 1	CS112) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	64	0.135	EK1	0.35	≤ 1	CS117) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	178	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS122) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	178	0.270	EK1	0.04	≤ 1	CS124) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	178	0.270	EK1	0.04	≤ 1	CS129) Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6(4)
	172	0.166	EK1	0.93	≤ 1	CS131) Querschnittsnachweis - Torsion nach 6.2.7
	112	0.000	EK1	0.42	≤ 1	CS133) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)
	172	0.166	EK1	0.96	≤ 1	CS138) Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(5)
	112	0.000	EK1	0.43	≤ 1	CS140) Querschnittsnachweis - Torsions- und resultierende Querkraftbeanspruchung nach 6.2.7(5)
	181	0.068	EK1	0.06	≤ 1	CS143) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	216	0.042	EK1	0.04	≤ 1	CS148) Querschnittsnachweis - Biegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	64	0.135	EK1	0.35	≤ 1	CS153) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	167	0.338	EK1	0.07	≤ 1	CS158) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Querkraft und Torsion nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	103	0.000	EK1	0.46	≤ 1	CS163) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	107	0.000	EK1	0.62	≤ 1	CS168) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	53	0.237	EK1	0.02	≤ 1	CS183) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	5	0.135	EK1	0.12	≤ 1	CS188) Querschnittsnachweis - Biegung, Querkraft, Torsion und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	53	0.068	EK1	0.38	≤ 1	CS203) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Q

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSGEWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
2	53	0.068	EK1	0.34	≤ 1	CS208)	Querschnitt Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Querkraft, Torsion und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	104	0.338	EK1	0.59	≤ 1	CS223)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	109	0.456	EK1	0.63	≤ 1	CS228)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft, Torsion und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	172	0.166	EK1	0.96	≤ 1	CS271)	Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung
	QRO 50x4 (kaltgefertigt)						
	170	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS100)	Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen
	205	1.019	EK1	0.45	≤ 1	CS111)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	197	1.888	EK1	0.06	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	3	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	205	1.019	EK1	0.45	≤ 1	CS141)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	RRO 140x80x8 (warmgefertigt)						
	192	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	204	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	204	0.650	EK1	0.20	≤ 1	CS111)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	204	0.000	EK1	0.03	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	217	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	192	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	217	0.000	EK1	0.65	≤ 1	CS131)	Querschnittsnachweis - Torsion nach 6.2.7
	192	0.000	EK1	0.24	≤ 1	CS132)	Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(9)
	217	0.000	EK1	0.03	≤ 1	CS137)	Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(9)
	204	0.650	EK1	0.20	≤ 1	CS141)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	217	0.721	EK1	0.36	≤ 1	CS146)	Querschnittsnachweis - Biegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.5 bis 6.2.8
5	204	0.000	EK1	0.16	≤ 1	CS161)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	217	0.721	EK1	0.19	≤ 1	CS166)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.5 bis 6.2.8
	204	0.000	EK1	0.36	≤ 1	CS181)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	204	0.000	EK1	0.18	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	192	0.000	EK1	0.16	≤ 1	CS226)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft, Torsion und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	217	0.721	EK1	0.91	≤ 1	CS271)	Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung
	IS 120/120/6.5/11/3						
	105	1.200	EK1	0.00	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	100	0.800	EK1	0.21	≤ 1	CS111)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	169	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS116)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	191	0.700	EK1	0.45	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	100	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	100	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	191	0.700	EK1	0.08	≤ 1	CS131)	Querschnittsnachweis - Torsion nach 6.2.7
	191	0.700	EK1	0.39	≤ 1	CS132)	Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(9)
	100	0.800	EK1	0.21	≤ 1	CS141)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	191	0.000	EK1	0.19	≤ 1	CS146)	Querschnittsnachweis - Biegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.5 bis 6.2.8
	169	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS151)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	100	1.200	EK1	0.50	≤ 1	CS161)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	191	0.433	EK1	0.12	≤ 1	CS166)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.5 bis 6.2.8
	105	0.800	EK1	0.13	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	191	0.700	EK1	0.46	≤ 1	CS271)	Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung
	IS 240/120/6.5/11/3						
6	105	1.200	EK1	0.00	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	100	0.800	EK1	0.21	≤ 1	CS111)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	105	1.200	EK1	0.00	≤ 1	CS116)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	191	0.700	EK1	0.45	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	100	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	100	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	191	0.700	EK1	0.08	≤ 1	CS131)	Querschnittsnachweis - Torsion nach 6.2.7
	191	0.700	EK1	0.39	≤ 1	CS132)	Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(9)
	100	0.800	EK1	0.21	≤ 1	CS141)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	191	0.000	EK1	0.19	≤ 1	CS146)	Querschnittsnachweis - Biegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.5 bis 6.2.8
	105	1.200	EK1	0.00	≤ 1	CS151)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	100	1.200	EK1	0.50	≤ 1	CS161)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	191	0.433	EK1	0.12	≤ 1	CS166)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft und T

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSGEWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
	105	0.800	EK1	0.13	≤ 1	CS221)	Torsion nach 6.2.5 bis 6.2.8
	191	0.700	EK1	0.46	≤ 1	CS271)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung
7	RRO 100x50x4 (kaltgefertigt)						
	108	0.000	EK1	0.02	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	110	0.000	EK1	0.02	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	108	1.200	EK1	0.07	≤ 1	CS116)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	108	2.400	EK1	0.09	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	108	1.200	EK1	0.07	≤ 1	CS151)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	108	1.200	EK1	0.57	≤ 1	CS201)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
8	FL 150x20 DIN 1017-1						
	188	0.000	EK1	0.21	≤ 1	CS117)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	188	0.600	EK1	0.02	≤ 1	CS124)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	188	0.000	EK1	0.21	≤ 1	CS153)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
9	IS 162.4/120/6.5/11/3 - Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)						
	169	0.240	EK1	0.02	≤ 1	CS111)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	169	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS116)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	183	0.000	EK1	0.14	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	169	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	169	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	169	0.240	EK1	0.02	≤ 1	CS141)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	169	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS151)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	183	1.100	EK1	0.20	≤ 1	CS161)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
10	FL 50x25 DIN 1017-1						
	190	0.095	EK1	0.62	≤ 1	CS117)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	173	0.000	EK1	0.06	≤ 1	CS124)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	190	0.095	EK1	0.62	≤ 1	CS153)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
11	BRFL 250x20 DIN 59200						
	2	0.000	EK1	0.03	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	12	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS122)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	2	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS124)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	2	0.334	EK1	0.01	≤ 1	CS129)	Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6(4)
	12	0.334	EK1	0.49	≤ 1	CS183)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	12	0.334	EK1	0.28	≤ 1	CS223)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
12	QRO 100x4 (kaltgefertigt)						
	6	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	6	1.200	EK1	0.01	≤ 1	CS111)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	6	0.400	EK1	0.01	≤ 1	CS116)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	6	0.000	EK1	0.02	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	6	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	6	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	6	0.000	EK1	0.17	≤ 1	CS131)	Querschnittsnachweis - Torsion nach 6.2.7
	6	0.000	EK1	0.03	≤ 1	CS132)	Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(9)
	6	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS137)	Querschnittsnachweis - Torsion und Querkraft nach 6.2.7(9)
	6	1.200	EK1	0.01	≤ 1	CS141)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	6	1.200	EK1	0.00	≤ 1	CS146)	Querschnittsnachweis - Biegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.5 bis 6.2.8
	6	0.400	EK1	0.01	≤ 1	CS151)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	6	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS161)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	6	0.000	EK1	0.01	≤ 1	CS166)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft und Torsion nach 6.2.5 bis 6.2.8
	6	1.600	EK1	0.05	≤ 1	CS206)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Querkraft, Torsion und Normalkraft nach 6.2.9.1
	6	0.000	EK1	0.11	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	6	0.000	EK1	0.13	≤ 1	CS226)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Querkraft, Torsion und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	6	0.000	EK1	0.46	≤ 1	CS271)	Querschnittsnachweis - Normalspannung und Torsion - Elastische Bemessung

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	102,187
Zu bemessende Stabsätze:	
Nationaler Anhang:	DIN
Tragfähigkeitsnachweise	
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK1 maßgebend GZT

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm²]	Schubmodul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f _{yk} [kN/cm²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	Baustahl S 235 DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	23.50	40.0
					21.50	80.0
					21.50	100.0
					19.50	150.0
					18.50	200.0
					17.50	250.0
					16.50	400.0

1.3 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Material Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnitts- typ	Maximale Ausnutzung	Kommentar
3	1	RO 114.3x5 DIN EN 10220	Rohr	0.46	
		Der Querschnitt in RSTAB und STAHL EC3 ist nicht identisch.			

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
3	RO 114.3x5 DIN EN 10220						
	102	0.000	EK1	0.23	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	102	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	102	2.418	EK1	0.15	≤ 1	CS201)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	187	3.808	EK1	0.01	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	102	0.000	EK1	0.09	≤ 1	ST301)	Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um y-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2(4)
	187	0.000	EK1	0.31	≤ 1	ST302)	Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um y-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2
	102	0.000	EK1	0.09	≤ 1	ST311)	Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2(4)
	187	0.000	EK1	0.31	≤ 1	ST312)	Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2
	187	0.381	EK1	0.46	≤ 1	ST364)	Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2

Ingenieure Ziemendorf & Effenberger GBR

Beratende Ingenieure

Bergstraße 8 · 16306 Berkholz-Meyenburg · Tel. (0 33 32) 43 17-0 · Fax (0 33 32) 43 17 10



1. NACHTRAG

STATISCHE BERECHNUNG

1. Nachtrag

Seite 5.1 bis 5.38

BAUVORHABEN

Uckermärkische Bühnen Schwedt
Veranstaltungs- und Tagungshaus, 2.BA
Neubau Veranstaltungssaal und Ausstellungsfoyer

BAUHERR

Uckermärkische Bühnen Schwedt
16303 Schwedt, Berliner Straße 46-48

ARCHITEKT

Architekt Gottfried Hein
Hein, Wittemeyer und Partner – Architekten und Ingenieure GmbH
10119 Berlin, Zionskirchstraße 73

PROJEKT - NR.

1003/01

BEARBEITER

Peter Ziemendorf
Dipl.-Ing. Peter Ziemendorf

BERKHOLZ-MEYENBURG, den 18.10.2001





Projekt: p1003-01

UBS, VTH, 2.BA, 1.Nachtrag

Position: stahltr

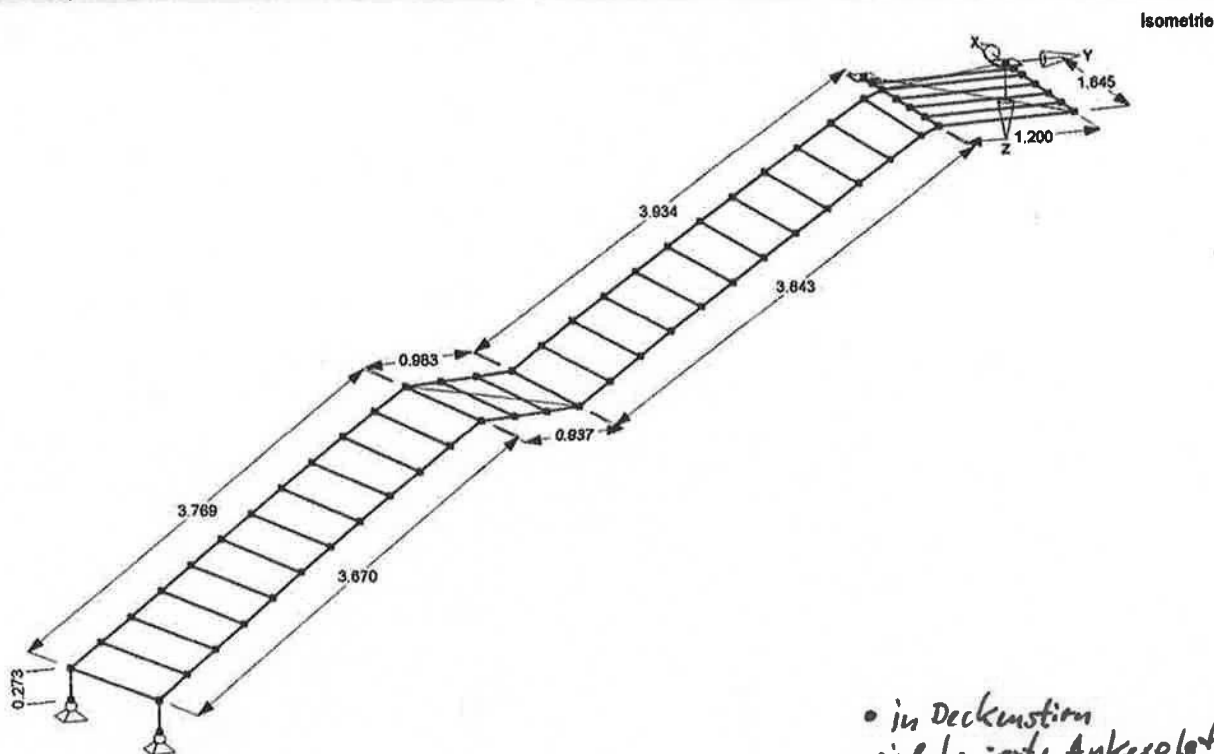
Stahltrappe

Seite: 3

Blatt: 5

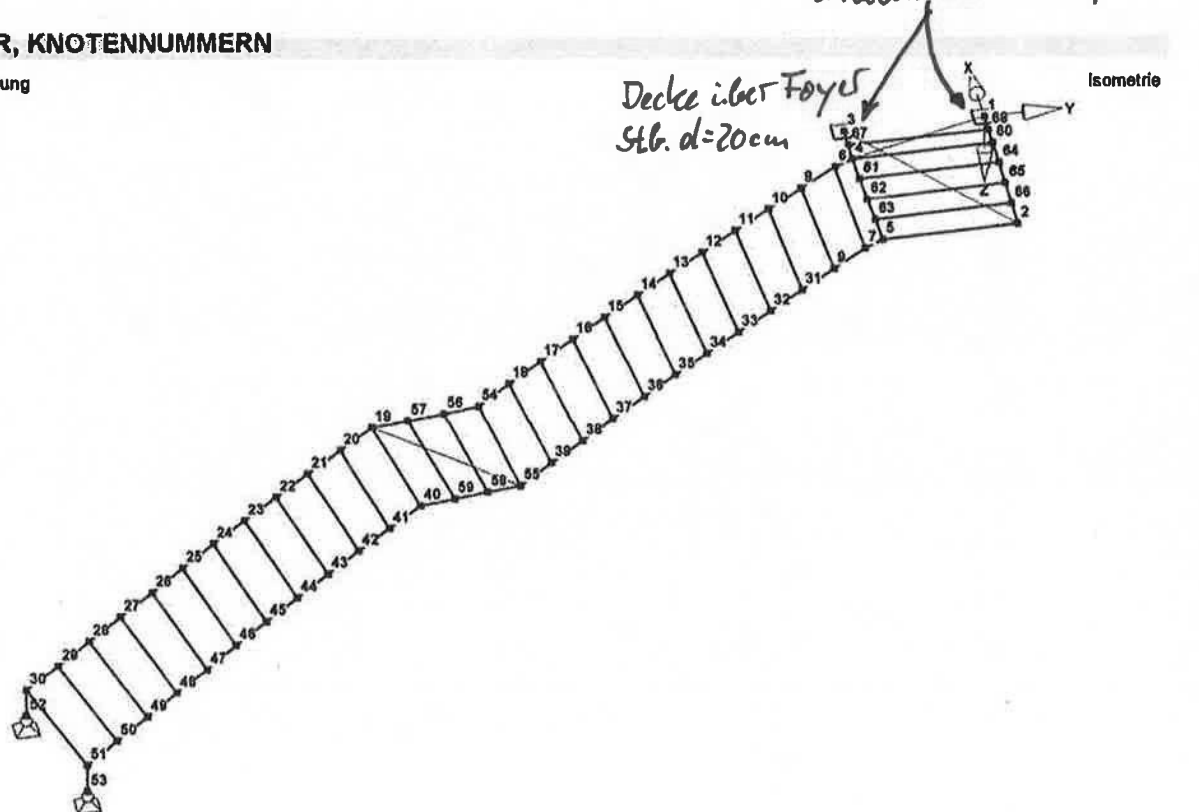
18.10.2001

STRUKTUR, VERMASSUNG



STRUKTUR, KNOTENNUMMERN

Knotennummerierung





Projekt: p1003-01
UBS, VTH, 2.BA, 1.Nachtrag

Position: stahltre
Stahlterasse

Seite: 16
Blatt: 5
18.10.2001

MAX/MIN/ZUGH-AUFLAGERKRÄFTE UND -MOMENTE

Knoten-Nr.	LK-Nr.		Auflagerkräfte [kN]			Auflagermomente [kNm]		
			P-X	P-Y	P-Z	M-X	M-Y	M-Z
1	LK1	Max P-X	43.35	54.88	-27.32	.01	-14.42	-.63
		Min P-X	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		LF'e in Max P-X: LG1						
		LF'e in Min P-X:						
		Max P-Y	43.35	54.88	-27.32	.01	-14.42	-.63
		Min P-Y	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		LF'e in Max P-Y: LG1						
		LF'e in Min P-Y:						
		Max P-Z	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		Min P-Z	43.35	54.88	-27.32	.01	-14.42	-.63
		LF'e in Max P-Z: LG1						
		LF'e in Min P-Z:						
3	LK1	Max P-X	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		Min P-X	-29.66	20.93	64.65	-.36	57.69	-1.57
		LF'e in Max P-X: LG1						
		LF'e in Min P-X:						
		Max P-Y	-29.66	20.93	64.65	-.36	57.69	-1.57
		Min P-Y	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		LF'e in Max P-Y: LG1						
		LF'e in Min P-Y:						
		Max P-Z	-29.66	20.93	64.65	-.36	57.69	-1.57
		Min P-Z	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		LF'e in Max P-Z: LG1						
		LF'e in Min P-Z:						
52	LK1	Max P-X	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		Min P-X	-8.80	-45.43	52.29	.00	.00	-.10
		LF'e in Max P-X: LG1						
		LF'e in Min P-X:						
		Max P-Y	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		Min P-Y	-8.80	-45.43	52.29	.00	.00	-.10
		LF'e in Max P-Y: LG1						
		LF'e in Min P-Y:						
		Max P-Z	-8.80	-45.43	52.29	.00	.00	-.10
		Min P-Z	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		LF'e in Max P-Z: LG1						
		LF'e in Min P-Z:						
53	LK1	Max P-X	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		Min P-X	-4.89	-30.38	38.10	.00	.00	-.10
		LF'e in Max P-X: LG1						
		LF'e in Min P-X:						
		Max P-Y	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		Min P-Y	-4.89	-30.38	38.10	.00	.00	-.10
		LF'e in Max P-Y: LG1						
		LF'e in Min P-Y:						
		Max P-Z	-4.89	-30.38	38.10	.00	.00	-.10
		Min P-Z	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		LF'e in Max P-Z: LG1						
		LF'e in Min P-Z:						



Projekt: p1003-01
UBS, VTH, 2.BA, 1.Nachtrag

Position: stahltre
Stahltrappe

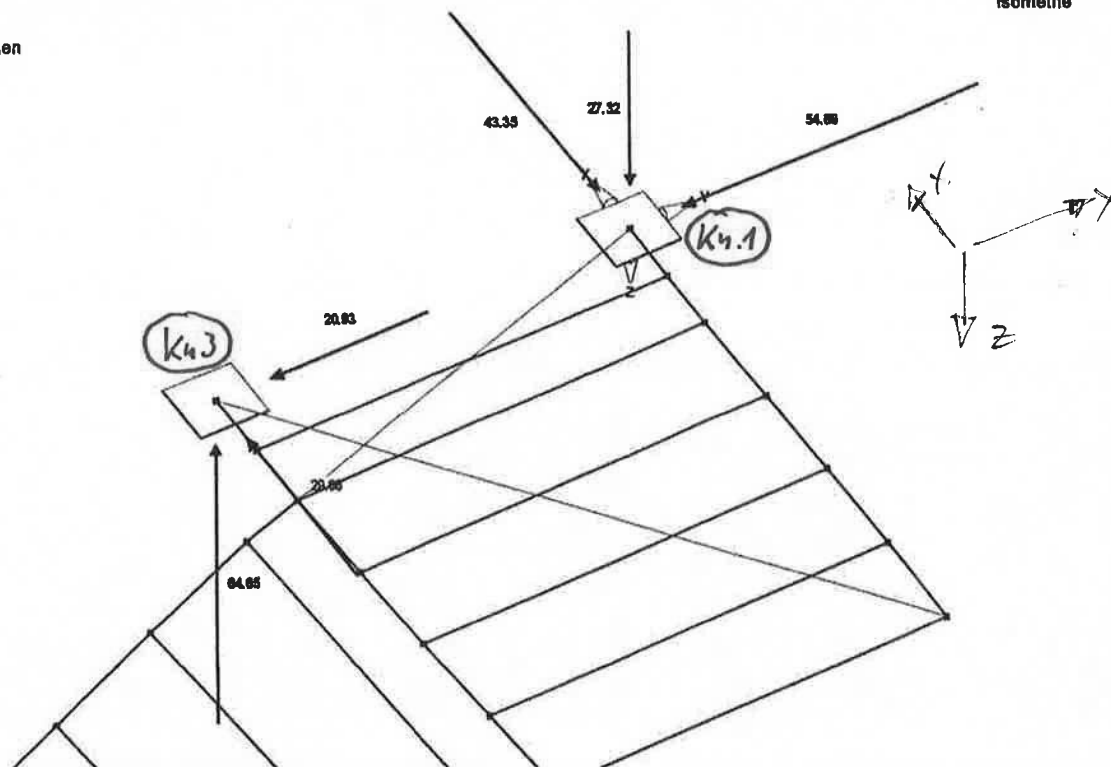
Seite: 18
Blatt: 5
18.10.2001

ERGEBNISSE, LK1, AUFLAGERKRÄFTE, KOPFBEREICH

LK 1 - Bemessung

Extremale Auflagerreaktionen

Isometrie

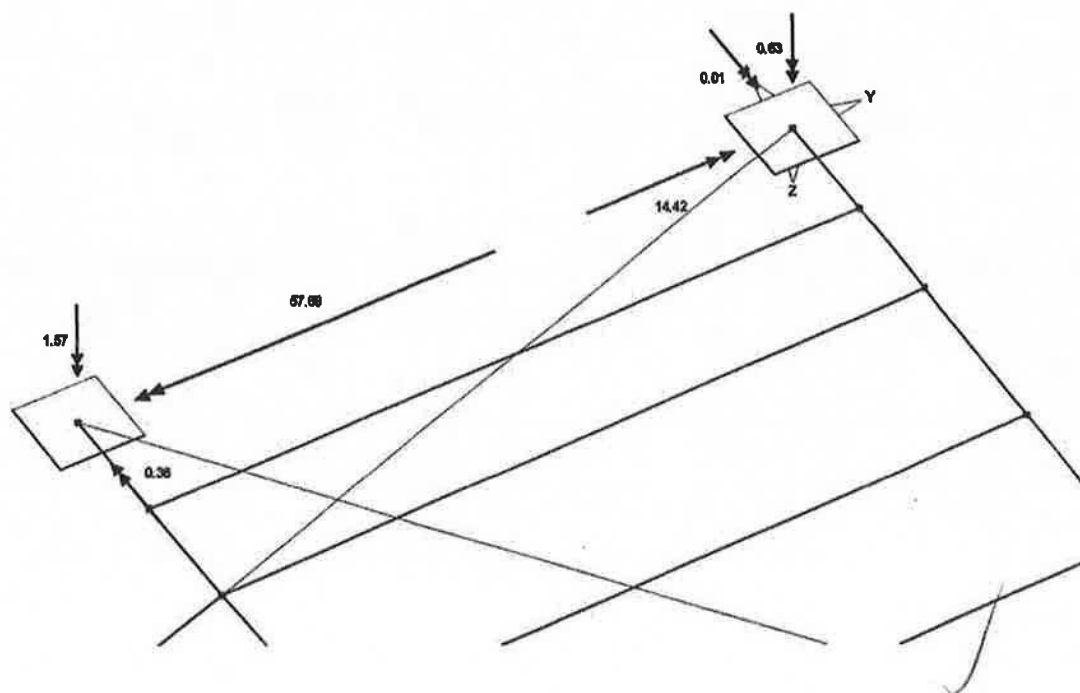


ERGEBNISSE, LK1, AUFLAGERMOMENTE

LK 1 - Bemessung

Extremale Auflagerreaktionen

Isometrie



Auswertung der Berechnungen

Verformungen:

Die maximalen Verformungen im LF Eigenlast wurden mit 5,8 mm und im Verkehrslastfall mit 9,9 mm ermittelt. Damit liegen sie ausreichend weit unter der zulässigen Durchbiegung von $L/300$ ca 25,0 mm.

Auflagerkräfte:

Die v-fachen max. Auflagerkräfte betragen

Treppenfuß

am Knoten 30

$$V = 52,46 \text{ kN}$$

$$H_y = 45,93 \text{ kN}$$

$$H_x = 8,87 \text{ kN}$$

am Knoten 51

$$V = 38,75 \text{ kN}$$

$$H_y = 31,35 \text{ kN}$$

$$H_x = 5,07 \text{ kN}$$

am Treppenkopf

am Knoten 3

$$V = 62,67 \text{ kN}$$

$$H_y = 21,23 \text{ kN}$$

$$H_x = 30,79 \text{ kN (Zug)}$$

$$M_y = 54,77 \text{ kNm}$$

$$M_z = -1,5 \text{ kNm}$$

am Knoten 1

$$V = -26,37 \text{ kN}$$

$$H_y = 56,05 \text{ kN}$$

$$H_x = 44,73 \text{ kN (Druck)}$$

$$M_y = -12,86 \text{ kNm}$$

Für den Fußbereich ist unter der abgeknickten Treppenwange eine Fußplatte $330 \times 200 \times 20$ mit Kehlnähten $a = 3 \text{ mm}$ anzuschweißen. Für die Aufnahme der H-Kräfte sind Dübelverankerungen nicht ausreichend. Daher ist die Anordnung von Schubkreuzen (IPE 100, 8 cm lang) unter der Fußplatte erforderlich, die mit Kehlnähten $a = 5 \text{ mm}$ angeschweißt werden. Die Befestigung in der Bodenplatte erfolgt über Verbundanker M16 (2 Stück je Fußplatte).

Der Kopfbereich der Treppe ist an der Stahlbetondecke der Galerie befestigt. Hierzu werden Ankerplatten in die Decke mit einbetoniert. Der Anschluß der Profile erfolgt durch K-Nähte für den vollen Stabquerschnitt. Das bedeutet, daß die Ankerplatten etwa 27 cm hoch sein müssen und somit über die normale Deckenstärke hinausragen. Aufgrund des freien Deckenrandes ist mit einer 7 cm hohen Betonaufkantung am Deckenrand zu rechnen, so daß die Ankerplatte voll einbetoniert wird.

Aufgrund der Deckengeometrie kann für die Zugstäbe nur ein Hebelarm von ca. 13 cm angesetzt werden, dabei liegt die Achse der Zugstäbe etwa 5 cm unter OK Decke. Für die Aufnahme des Momentes am Knoten 3 werden folgende Zugkräfte ermittelt:

$$\max. H_x = 7,74 + 13,35 = 21,09 \text{ kN}$$

$$\max. M = 13,75 + 23,80 = 37,55 \text{ kNm}$$

$$h = 0,13 \text{ m}$$

$$Z = \max. M/h + \max. H_x/2 = 299,39 \text{ kN}$$

$$A_{erf} = Z/(50/1,75) = 10,48 \text{ cm}^2$$

$$\text{gew.: } 4 \text{ } \varnothing 20 \text{ mit Avorh.} = 12,56 \text{ cm}^2 > A_{erf}$$

$$\text{Auslastung } \eta = A_{erf}/12,56 = 0,83 < 1$$

Der Anschluß erfolgt über umlaufende Kehlnähte.

$$\text{erf. } A_s = Z/(0,95 \cdot 24,0/1,1) = 14,44 \text{ cm}^2$$

$$l_w = \pi \cdot 2,0 = 6,28 \text{ cm}$$

$$a_w = \text{erf. } A_s / (4 \cdot l_w) = 0,57 \text{ cm}$$

gewählt Kehlnahtdicke $a_w = 7 \text{ mm} > 5,7 \text{ mm}$

$$\text{Auslastung } \eta = 10 \cdot a_w / 7,0 = 0,81 < 1$$

Im unteren Bereich werden vier Druckstäbe $\varnothing 20$ angeordnet, die in gleicher Weise angeschweißt werden und so die quer verlaufenden Kräfte (vertikal und horizontal) aufnehmen

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{(62,67^2 + 21,23^2)} = 66,17 \text{ kN} \\ \tau &= R/(4 \cdot l_w \cdot a_w) = 4,62 \text{ kN/cm}^2 \\ f_{y,k} &= \text{TAB}(\text{"Stahl/DIN"; } f_{yk}; \text{Bez="St 37-2"})/10 = 24,00 \text{ kN/cm}^2 \\ \tau_{R,d} &= f_{y,k}/(1,1 \cdot \sqrt{3}) = 12,60 \text{ kN/cm}^2 \\ \tau/\tau_{R,d} &= 0,37 < 1 \end{aligned}$$

Die Zugstäbe (Druckstäbe), mit einer Länge von 100 cm, werden in ca. 7 cm Achsabstand angeschweißt. Die Größe der Ankerplatte beträgt 250x250x40 mm

Die Momentenbeanspruchung am Knoten 1 ist geringer und in der Richtung entgegengesetzt. Es wird die gleiche Ankerplatte verwendet.

Stabauslastung:

Die Ausnutzung der Stabquerschnitte anhand der Vergleichsspannungen ist aus den entsprechenden Ausdrücken "**maximale Spannungen in Querschnitten**" ersichtlich. Sie liegt an den kurzen Stab am Knoten 3 und den oberen Stufen bei max. 92%. Alle anderen Querschnitte sind geringer ausgelastet.

Stabverbindungen:

Die einzelnen Elemente sind für den vollen Stabquerschnitt miteinander zu verschweißen!

Der Zugstab (hier als Rundstahl $\varnothing 12$ mm ausgewiesen) im Bereich des Zwischenpodestes kann entfallen. Die Kräfte (max. 1,72 kN) werden über die Scheibe des ausgesteiften Blechprofiles übertragen,

Im Bereich des oberen Podestes beträgt die Zugkraft 20,82 kN. Auch diese Kraft wird durch die Scheibe des Blechprofiles aufgenommen (analoge Flächen des Rundstabes $\varnothing 12$ - Flachstahl 3 x 38 mm).

Der Druckstab ist als Z-Form in den Innenbereich des Blechprofiles mit einzuschweißen.

Pos. 14.2**EG-Decke am Kulturhaus**

Aufgrund der Belastung durch die Stahltreppe ist es erforderlich die Decke mit den zusätzlichen Lasten nochmals nachzurechnen.

Belastung

v-freie Lasten aus LF1 und LF2

	Knoten 1		Knoten 3	
	Vz (kN)	My (kNm)	Vz (kN)	My (kNm)
LF1	-6,35	-2,96	16,12	14,5
LF2	-12,06	-6,67	28,31	25,08
Σ	-18,41	-9,63	44,43	39,58

Gleichzeitig wurden die Eintragungen des Prüfstatikers für diese Decke mit berücksichtigt, deren Laständerungen sich jedoch am gegenüberliegenden Deckenrand befinden.

Auswertung:

Die Nachrechnung ergibt geringfügige Änderungen bei den Zulagen in der unteren Deckenbewehrung im Bereich des Treppenanschlusses sowie wesentliche Erhöhungen der Zulagen in der oberen Bewehrungslage um max. 5,0 cm²/m. Der Einfluß auf den Unterzug U1 ist unbedeutend. Auch der Einfluß auf Mauerwerk und Bodenplatte kann vernachlässigt werden.

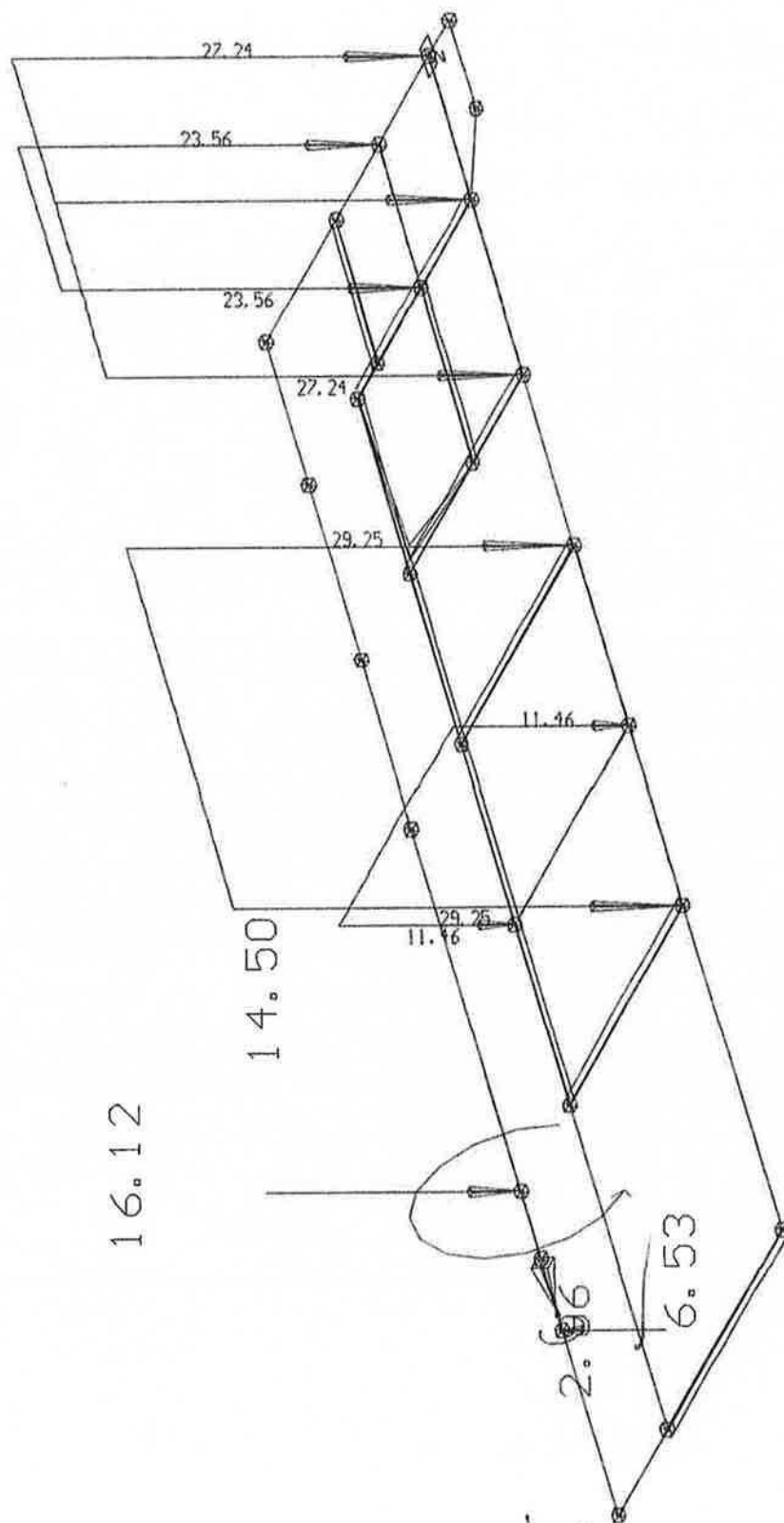
Die Änderungen in den Lasteingaben sowie die maßgebenden Ergebnisse sind auf den folgenden Seiten ersichtlich.

Lasten	
Fläche	: [kN/m ²]
Linie	: [kN/m; kNm/m]
Punkt	: [kN; kNm]
Temp.	: [°C]
Lagerung, Gelenke	
0=frei, f=fest, c=elast.	
b=dz, rx, ry	
Lagersteifigkeiten	
Linie	: [kN/m ² ; kN]
Punkt	: [kN/m; kNm]
Plattenfläche	
Dicke	: PLATTE20
Material	: B25

Ufermärkische Bühnen Schwa
Veranstaltungs- u. Tagungshau
2. Bauabschnitt
Decke ü. EG im Foyer Pos.

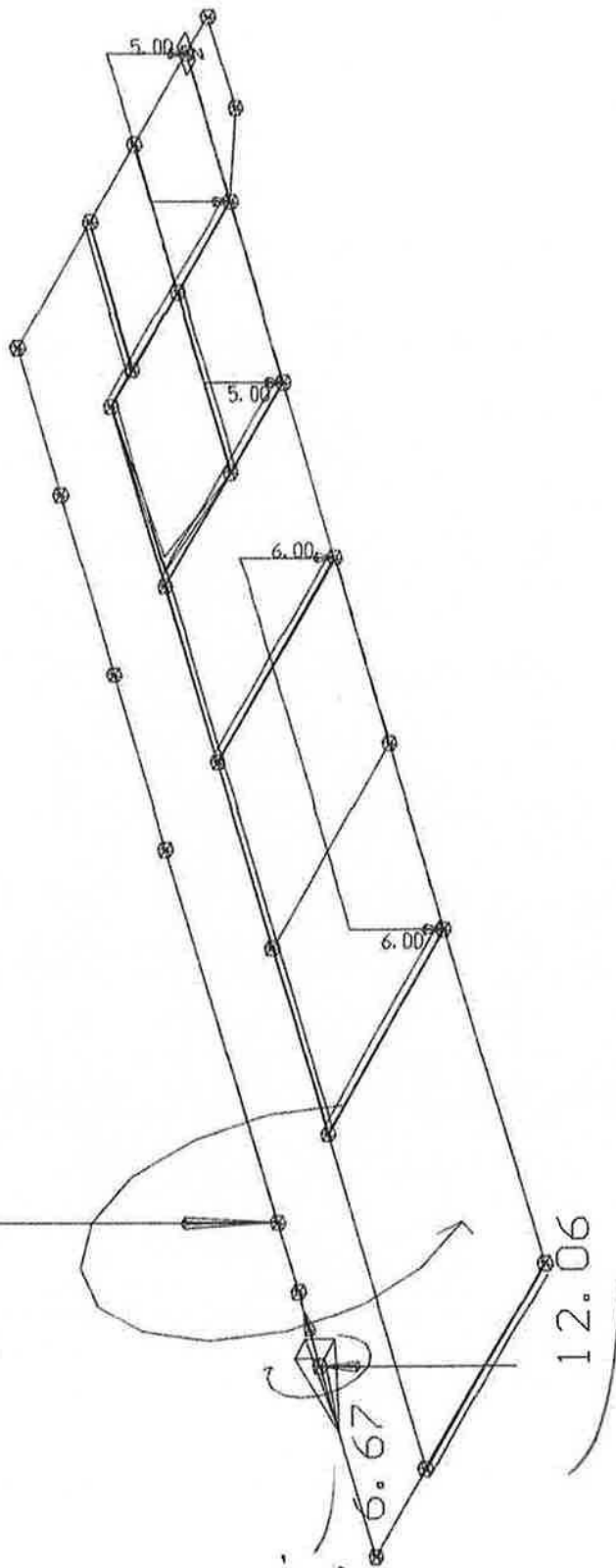
Datum : 18.10.2001
Zeit : 12:47:33
Autor : Ziemendorf

PIB Bausoftware GmbH
TRIMAS Generierung
Version 6.2 Jul 30 2001



28.31

25.08



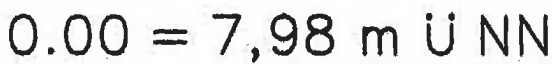
Lasten Fläche : [kN/m ²] Linie : [kN/m; kNm/m] Punkt : [kN; kNm] Temp. : [C]	Lagerung, Gelenke 0=frei, f=fest, c=elast. b=dz, rx, ry Lagersteifigkeiten Linie : [kN/m ² ; kN] Punkt : [kN/m; kNm]	Plattenfläche Dicke : PLATTE20 Material : B25	Uckermarkische Bühnen Schweiß Veranaltungs-u. Tagungshaus 2. Bauabschnitt Decke ü. EG im Foyer Pos. 1	Datum : 18.10.2001 Zeit : 12:47:51 Autor : Ziemendorf	RIB Bausoftware GmbH TRI/MAS Generierung Version 6.2 Jul 30 2001
--	--	---	--	---	--

A4/H2-9
S.S.30

4. NACHTRAG



HEIN, WITTEMEYER UND PARTNER
ARCHITEKTEN UND INGENIEURE GmbH
ZIONSKIRCHSTRASSE 73, 10119 BERLIN
Tel. (030) 44 3804-0



HEIN, WITTEMEYER UND PARTNER
ARCHITEKTEN UND INGENIEURE GmbH
ZIONSKIRCHSTRASSE 73, 10119 BERLIN
Tel.(030) 44 3804-0

Pos. 20.2 Bodenplatte vorderer Teil

Die Bodenplatte im vorderen Teil wird nur an der Kulturhausseite durch die neue Bebauung sowie die Außenfassade im Eingangsbereich zwischen Kulturhaus und IT-Gebäude belastet. Sie überspannt den Klimakanal und überdeckt einen Schacht an der Außenseite des Kulturhauses im Bereich der WC-Räume, der jedoch nicht mehr benötigt wird und geschlossen werden kann. Hierzu ist der Schacht um ca. 1,0 m abzubrechen und mit einer Stahlbetondecke (z.B. Stahlbetonhohlblechen (lichte Weite 2,0 m)) zu verschließen.

Der Klimakanal mit einer Breite von 5,50 m wurde für eine leichte Überdeckung ($13,27 \text{ kN/m}^2$ auf Kanaldecke) und eine Verkehrslast von $4,0 \text{ kN/m}^2$ bemessen. Da der vorhandene Aufbau ($0,55 \text{ m}$ Erdschüttung + Bodenplatte = $16,12 \text{ kN/m}^2$) und die Verkehrslast ($5,0 \text{ kN/m}^2$) diese zul. Last überschreitet, müssen die Lasten über dem Klimakanal seitlich abgefangen werden. Über der Fläche des Klimakanals ist die Bodenplatte auf einer 5 cm dicken weichen Dämmplatte aufzulegen.

Für die seitliche Abstützung der Bodenplatte über dem Klimakanal können die vorhandenen ungenutzten Stützenfundamente verwendet werden. Hierzu werden Betonbalken über diese Fundamente gespannt, die im Bereich der Traversen unterbrochen werden. Im Bereich des Kulturhauses ist ein Ende des Balkens auf eine Schachtwand des o.g. in der Höhe zu reduzierenden Schachtes abzusetzen. Zwischen den Auflagerpunkten werden die Balken auf elastischer Bettung gerechnet. Über dem Klimakanal wird die Bodenplatte mit einer sehr weichen Bettung von $0,5 \text{ MN/m}^3$ gerechnet. Aufgrund der hohen Belastung durch die Außenwand Pos. 16.24 wird ein Teilbereich der Bodenplatte in der Dicke um 5 cm erhöht und die Bettung auf 1 kN/m^3 reduziert. Der hier stirnseitig angeordnete Balken über dem Klimakanal wird ohne Bettung gerechnet.

Die Profile der Stahltraversen des Hallenfoyerdaches sowie deren äußere Fundamente ragen aus dem Bereich der Frostschräge heraus. Hier ist die Frostschräge mit ca. 1 cm Fuge den Konturen entsprechend anzupassen

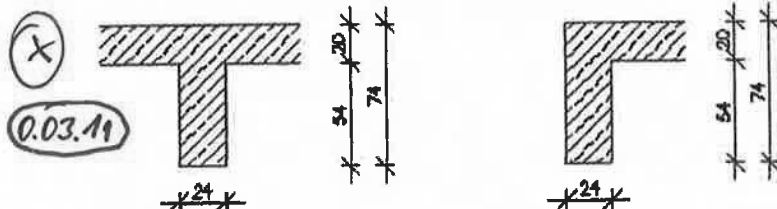
Material: Beton B25
Stahl BSt 500 S/M
Plattendicke 20 cm, in Teilbereichen 25 cm
Betondeckung nom $c = 3,5 \text{ cm}$
Dicke der Frostschräge $d = 24 \text{ cm}$
Dicke der Fundamentbalken $d = 24 \text{ cm}$

Die Platte wird in einem Stück mittels FEM-Programm gerechnet.

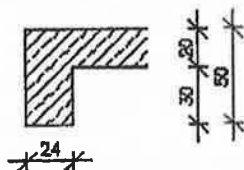
Die Eigenlasten der Bodenplatte werden vom Programm ermittelt!

Balkenquerschnitte:

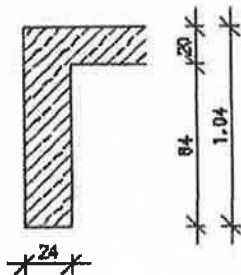
Stützbalken auf den Fundamenten



Balken über Klimakanal (ohne Bettung)



Frostschräge um Eingangsbereich



Belastung:

Ausbaulast auf der Bodenplatte:		$g = 1,5 \text{ kN/m}^2$	
Verkehrslast auf Bodenplatte		$p = 5,0 \text{ kN/m}^2$ (wird nur über Klimakanal angesetzt)	
aus Pos. 16.23	$L = 5,80 \text{ m}$	$g = 105,61 \text{ kN/m}$	$p = 26,19 \text{ kN/m}$
aus Pos. 16.24	$L = 5,80 \text{ m}$	$g = 82,73 \text{ kN/m}$	$p = 24,43 \text{ kN/m}$
aus Pos. 16.28	$L = 3,24 \text{ m}$	$g = 93,84 \text{ kN/m}$	$p = 28,16 \text{ kN/m}$
aus Pos. 16.29	$L = 2,88 \text{ m}$	$g = 48,38 \text{ kN/m}$	$p = 0,00 \text{ kN/m}$
aus Pos. 16.30	$L = 2,66 \text{ m}$	$g = 48,38 \text{ kN/m}$	$p = 0,00 \text{ kN/m}$

für die Fensterfassade auf OK Bodenplatte werden pauschal $5,0 \text{ kN/m}$ angesetzt.

Verkehrslasten auf der Bodenplatte (außer über Klimakanal) wirken entlastend und bleiben unberücksichtigt.

Baugrund

Im Bereich der Gründung steht nichtbindiger Fein- und Mittelsand mit grobsandigen Beimengungen an. Aufgrund der Auffüllung des Baugrundes, der lagenweise einzubringen und vorschriftsmäßig zu verdichten ist wird für die Berechnung auf elastischer Bettung eine **Bettungszahl von $15,0 \text{ MN/m}^3$** angenommen. Für die Randbalken (Frostschürze) ergibt sich somit für 24 cm Balkenbreite eine Bettungszahl von $15 \cdot 0,24 = 3,6 \text{ MN/m}^2$.

kein Prüfvermerk

Der Nachweis erfolgt mit dem Programm TRIMAS ^{Platte} in der Datei TP-EG-BO.TRI auf den folgenden Seiten

Die Dokumentierung der Eingabedaten (Netz, Belastung, Lastfälle), sowie der Berechnungsergebnisse erfolgt auf den folgenden Seiten in grafischer Form

Lastfall 1	- Eigenlast (ständige Lasten)
Lastfall 2	- Verkehrslast

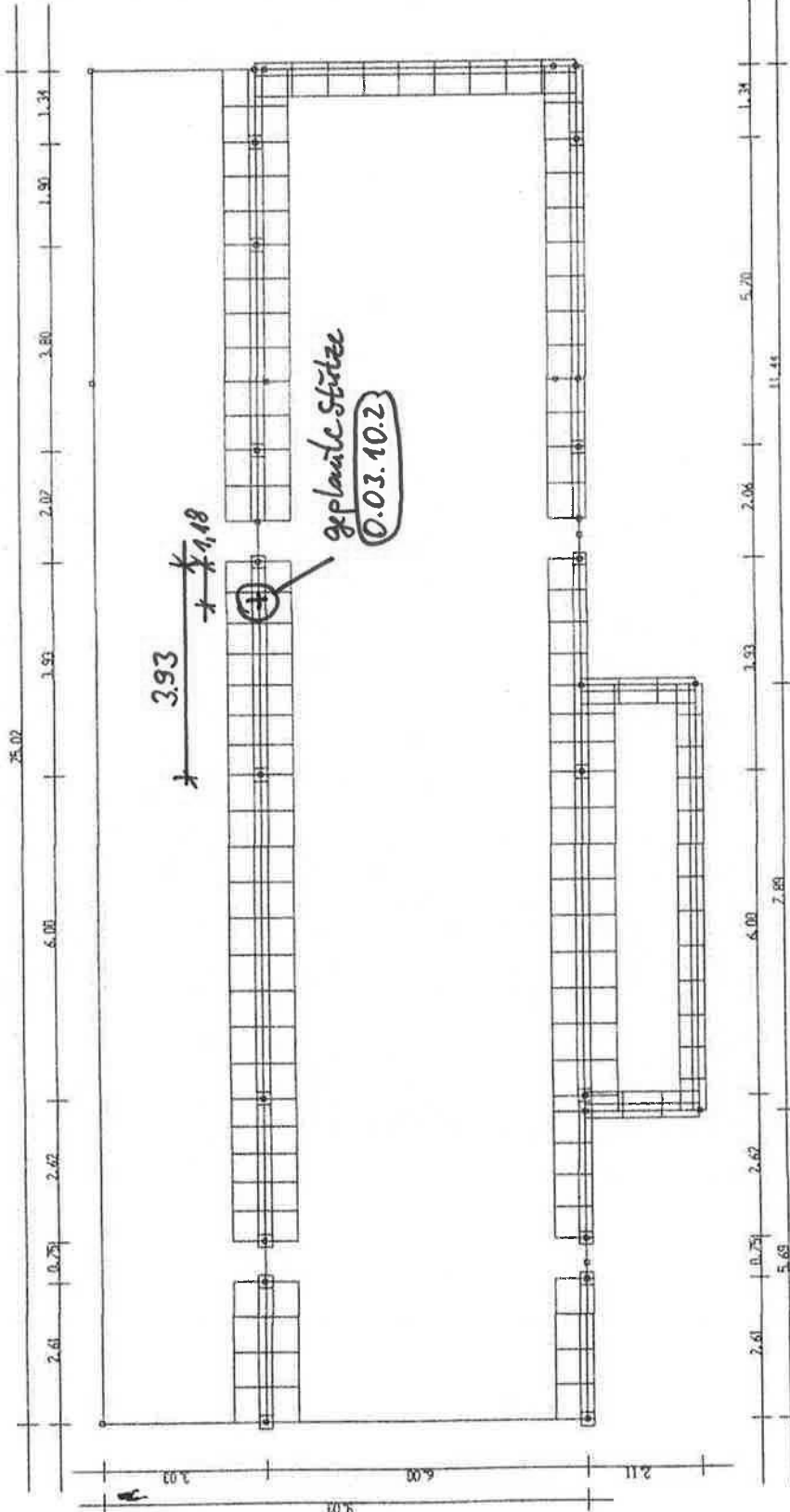
Lagerung, Gelenke
 0=frei, f=fest, c=elast.
 b=dz, rx, ry
 Lagersteifigkeiten
 Linie : [kN/m²; kN]
 Punkt : [kN/m; kNm]

Plattenfläche
 Dicke : PLATTE20
 Material : B25
 Bettung : bet15

Uckermarkische Bühnen Schue
 Veranstellungs-u. Tagungsbau
 2. Baubeschnitt
 Bodenplatte Pos. 20.2

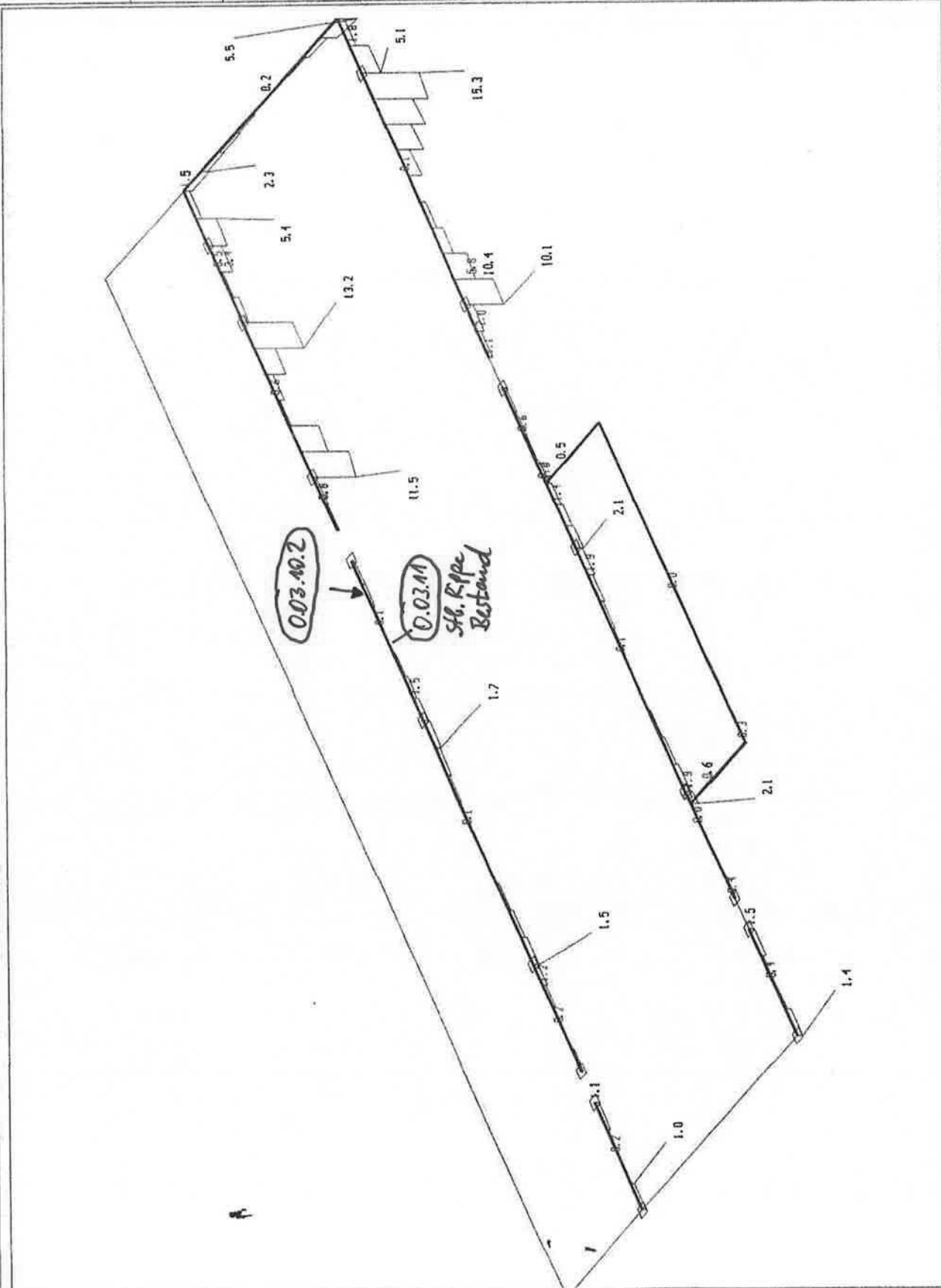
Datum : 24.07.2001
 Zeit : 11:32:35
 Autor : Ziemendorf

RIB Baustatuare GmbH
 TRIMAS Generierung
 Version 6.2 Apr 12 2001

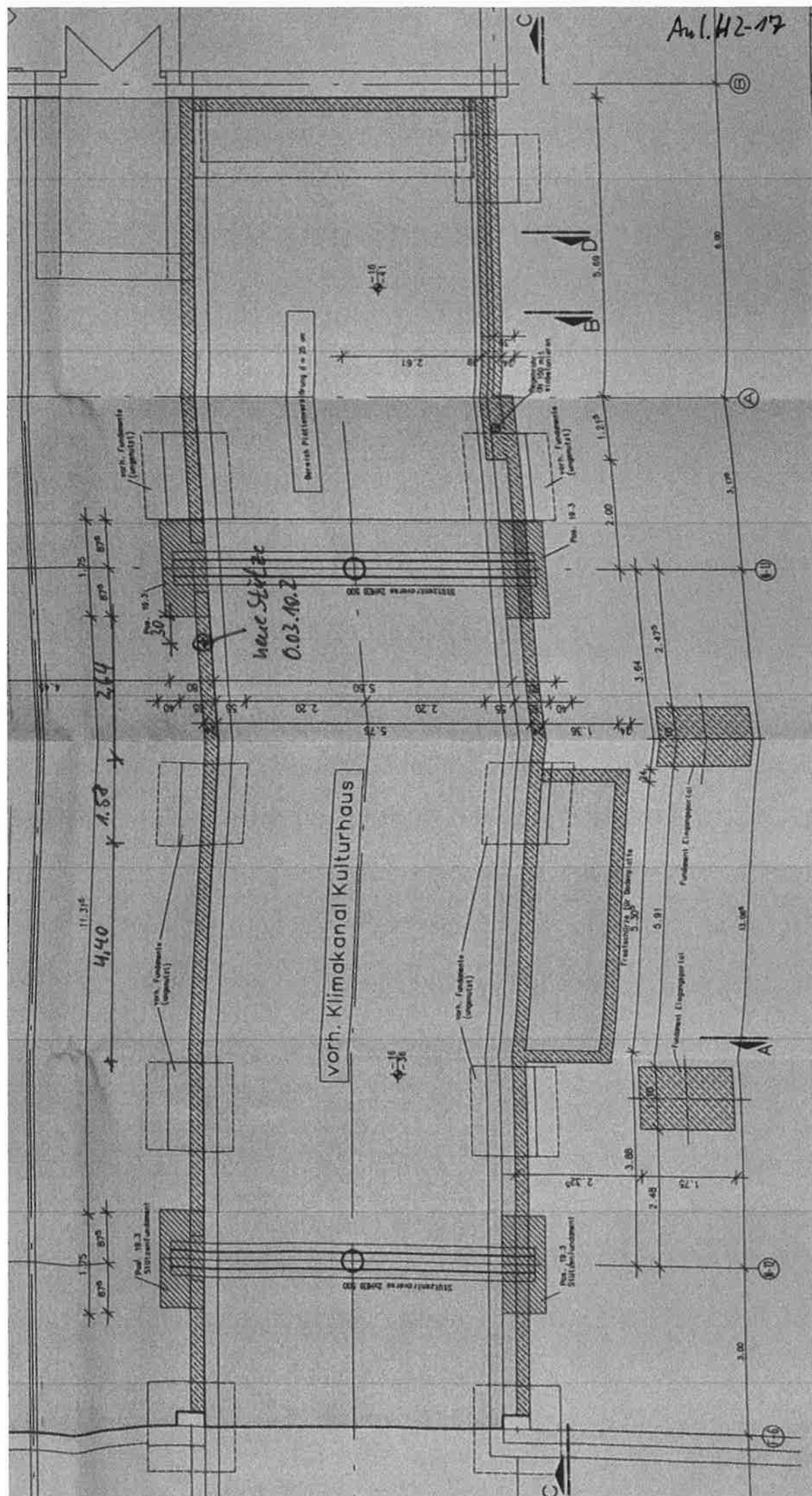


Lagerung, Gelenke $0 = \text{frei}, f = \text{fest}, c = \text{elast.}$ $b = dz, r_x, r_y$ Lagersteifigkeiten Linie : [kN/m ² ; kN] Punkt : [kN/m; kNm]	Bemessung DIN Beton = B25 Stahl = Bst 500, 550 M extreme Werte / absolut Ergebnisgröße As oben/unten AS [cm ²] max = 14.6 min = 0.0	Uckermarkische Bühnen Schweiß- Veranstatungs- u. Tagungsbau 2. Baubeschnitt Bodenplatte Pos. 20.2	Datum : 24.07.2001 Zeit : 12:10:45 Autor : Ziemendorf	RIB Baustoftware GmbH TPI MAS Auswertung Version 6.2 Apr 12 2001
---	--	--	---	--

Lagerung, Gelenke 0=frei, 1=fest, c=elast. b=dz, rx, ry Lagersteifigkeiten Linie : [kN/m ² ; kN] Punkt : [kN/m; kNm]	Bemessung DIN Beton = B25 Stahl = Bst 500/550N	extreme Werte / absolut Ergebnisgröße Bügelbewehrung As-B [cm ² /m] max = 15,3 min = 0,0		Uckermärkische Bühnen Schuss Veranstaltungsbau 2. Bauabschnitt Bodenplatte Pos. 20.2	Datum : 24.07.2001 Zeit : 12:13:22 Autor : Ziemendorf	RIB Baustoffware GmbH TRIMAS Auswertung Version 6.2 Apr 12 2001
--	---	--	--	---	---	---



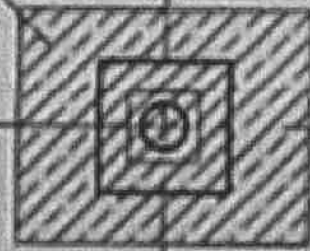
Ans. H2-17



10.80⁵

2.50

Pos. 10.2
Stützenfundament



vorh. Heizkanal Kulturhaus

geplante Stütze
Pos. 0.03.10.1

Seitenwand
Kanal

11.55⁵

1.75

vorh. Fundamente
(ungenutzt)

Pos. 19.3

30

geplante Stütze
Pos. 0.03.10.1

20.2

Stützenränge 2x4x500

Bereich Plot

vorh. Klimakanal Kulturhaus

-16
-36

vorh. Fundamente
(ungenutzt)

Pos. 19.3

Frostschürze für Bodenplatte

7.65

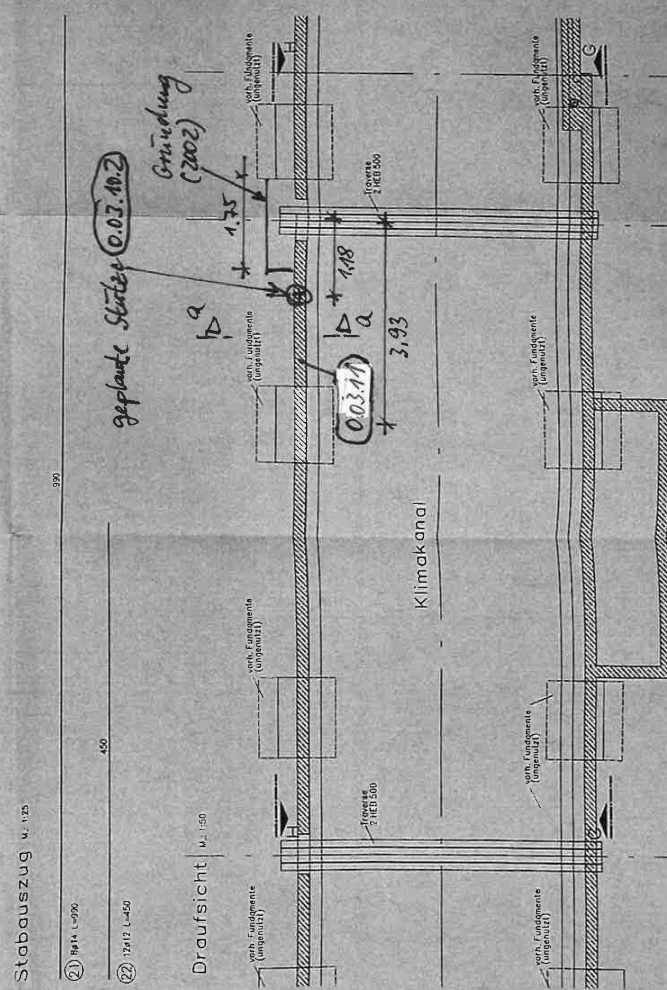
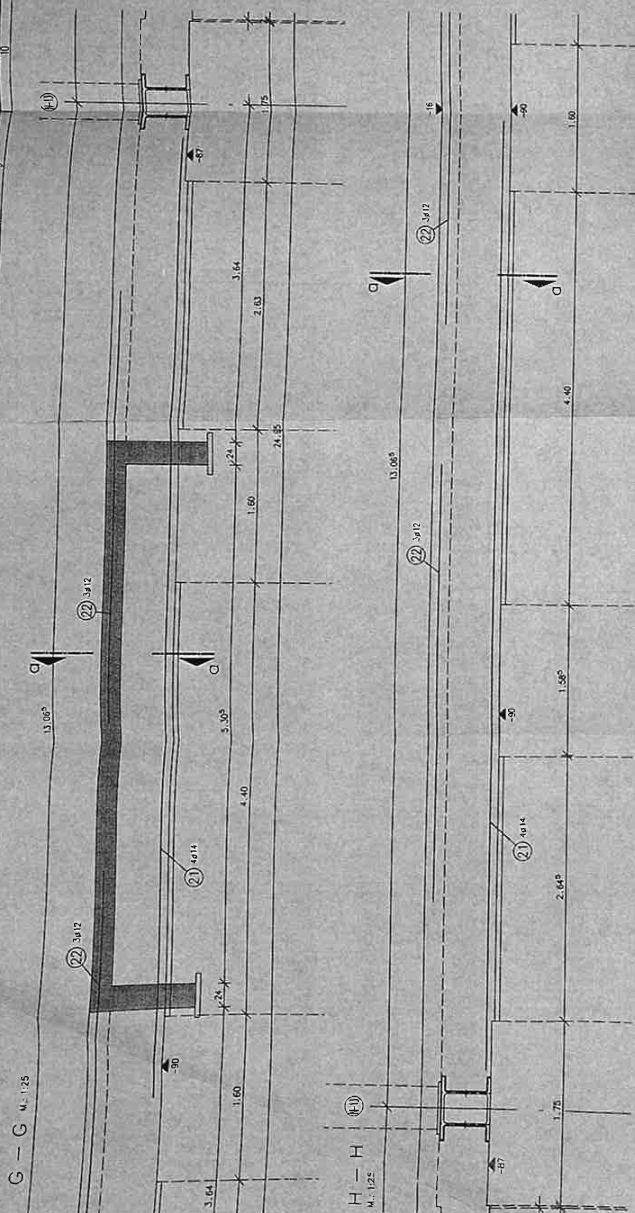
1.85⁵

5.65⁵

7.33

1.40

1.50



aus Bestandsstatik

e) Drehung
 Länge: $0,21 \text{ cm}$
 $u = 1,0 \text{ cm}^2$
 Bgl.: $< 1,7 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$
 vord. Baurichtung
 $5812 \rightarrow 565 \text{ cmf}$
 $2012 + 4014 = 8942 \text{ cm}^2$
 $810 - 45, u = 2 \Rightarrow 6,7 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$

0.03.11
Bodenplatte-
rippe

Ausführungshinweise

Die Vor-Ausführungsbeginn sind vom Ausführenden die Maße und Angaben zu prüfen

Diese Zeichnung ist nur in Verbindung mit der Skizze, dem Beweisungsprotokoll, dem Nachkollationsprotokoll, der Aussagevernehmung sowie nach Freigabe durch den Prüflingen auszuwerten.

IN KAUTSCHUCKEN UND LATEX
GEPRÜFT
DIN EN ISO 10000:2005 (National Standard)
DIN EN ISO 10000:2005 (National Standard)
DIN EN ISO 10000:2005 (National Standard)

Statikpositionen: Bodenplatte Foyer Pos. 20

Die Architektenpläne, sowie Durchbruchpläne der Ausrüstungsfirmen (Elektro, Heizung/Sanitär) sind zu beachten.

Anmerkung zur Änderung a:
- Durchmesser der Stabpositionen 21 und 22 geändert

Betonfertig- keitsklasse	B 25
Betonart	Bst 500 S
Betonabdruck	c = 3,0 cm
	E =
Beschreibung Betonprobekörper nach DIN 1046 Punkt 6.5.1	
Betonzugversuchung und Oll- überwachung nach DIN 1046 (06.88)	

$$0.00 = 7,98 \text{ m} \ddot{u} \text{ NN}$$
[illegible]

BAUNHIERA

[illegible]

Positions- und Ausführungspläne/ Listen

Bl.-Nr.	Bezeichnung
P1	6. OG (Ebene 7) Grundriss, Draufsicht Verdachung
P2	5. OG (Ebene 6), Grundriss, Draufsicht Verdachung
P3	4. OG (Ebene 5), Grundriss, Draufsicht Verdachung
P4	3. OG (Ebene 4), Grundriss, Draufsicht Verdachung
P5	2. OG (Ebene 3), Grundriss
P5.1	Decke über 2.OG (Ebene 3), Einbau neuer Oberlichter Schnitte, Details
P5.2	Südostfassade, Bereich Achse 10/B-H, Verschattung Schnitt, Details
P6	1.OG (Ebene 2), Grundriss
P6.1	1. OG (Ebene 2) Bereich Achsen A-D/8-10 neue Deckenkonstruktion, Grundrissausschnitt, Details
P6.2	1./2. OG (Ebene 2/3) Bereich Achsen G-I/7-8 neuer Verbindungssteg, Grundrissausschnitt, Schnitte
P7	EG (Ebene 1), Grundriss
P7.1	EG (Ebene 1), Durchgang Fluchtweg Achse 5'/A-B, Grundriss, Schnitt
P7.2	EG (Ebene 1) Fluchttreppe Foyer EG - 1.OG, Pos. 0.03 Grundriss, Schnitte, Details
P8	Untergeschoss (Ebene 0), Grundriss