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, Betriebsteil Schwedt erbaut. Die gesamte Objektplanung und die Tragwerksplanung der massiven Stahlbetonbauteile wurde durch das tschechische Ingenieurbüro Agroprojekt Praha erstellt. Die Stahlkonstruktion wurde durch VEB Sächische Brücken- und Stahlhochbau Dresden geplant.
Bühnen- und Zuschauerhaus sind als Stahlbeton-Skelettbau mit Mauerwerks-ausfachungen 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 Stahlblech-trapezprofilband 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 Stahlblechtrapez-profilband 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 kN/m² (entspricht 100 kg/m²) 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 aufgebrachten Gipsfaserplatten (z.B. GIFA floor Fa. Knauf o.glw.) ab.
Die Lastweiterleitung erfolgt mittels Schraubverbindungern 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 Bestandbauteile 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 aufgebrachten Gitterrosten eingebaut (Pos. 0.05). Die Ablastung erfolgt über die randseitig in den Bestandswänden befestigten Trögerprofile 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/m²
2cm Zementmörtel:	0,02*21	=	0,42 kN/m²
15cm HWL Platten:	0,15* 5	=	0,75 kN/m²
1 Lage Dachpappe einschl. Klebemasse:			0,05 kN/m²
Stahltrapezblechprofil 110/330/1,5:			0,20 kN/m²
Sonstiges:			0,00 kN/m²
		g_{Da_Best} =	**1,72 kN/m²**

Ausführung Bereich Achsen 1-5'/ B-I
Unterhangdecke, (Typ Uni 600/600) g_{UHD_B}= 0,50 kN/m²

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/m²
20cm EPS Wärmedämmung:	0,20*1	=	0,20 kN/m²
1 Lage bitum Dampfsperre:			0,07 kN/m²
Stahltrapezblechprofil 110/330/1,5:			0,20 kN/m²
Sonstiges:			0,02 kN/m²
		$g_{Da_Erneuerung}$ =	**0,70 kN/m²**

Ausführung Bereich Achsen 1-5'/ B-I
Unterhangdecke F90, g_{UHD_N}= 0,90 kN/m²

1.2 Schneelasten

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

- Schneelast für waagerechte Flächen, Schneegebiet II

Schneelast auf dem Boden s_0 =			0,70 kN/m²
Neigungswinkel bis α =			25,00 °
Beiwert c=	1,0		
p_n =	s_0 * c	=	**0,70 kN/m²**

Berücksichtigung Schneeansammlaung an Höhensprüngen

Höhensprung zum Nachweis h =			5,00 m
Länge des Verwehungskeils l_S =	MIN(MAX(2*h; 5);10)	=	**10,00 m**

(Länge Verwehungskeil ≤ Länge angrenzende Dachfläche)

- bei ständigen Dachlasten > 1,5 kN/m² für unterstützende Bauteile mit Stützweite l≥6,0m
Beiwert $c_{1.1}$= MIN(h/s_0;2,5) = 2,5

$p_{n1.1}$ = s_0 * $c_{1.1}$ = **1,75 kN/m²**

- für Dachplatten mit Stützweite l≤6,0m
Beiwert $c_{1.2}$= MIN(h/s_0;2,0) = 2,0

$p_{n1.2}$ = s_0 * $c_{1.2}$ = **1,40 kN/m²**

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

- Charakteristischer Wert der Schneelast für die Dachfläche

Charakt. Wert der Schneelast auf dem Boden s_k =			0,85 kN/m²
Neigungswinkel bis α =			30,00 °
00° < α ≤ 30° ⇒ nach DIN EN 1991-1-3:2010-12, Tab. 5.2			
Formbeiwert μ_1 =			0,80
für ständige / vorübergehende Bemessungssituationen			
Charakt. Wert der Schneelast auf dem Dach s_1 =	μ_1 * s_k	=	**0,68 kN/m²**
für außergewöhnliche Bemessungssituationen			
$s_{1,A}$ =	2,3 * s_1	=	**1,56 kN/m²**

Zusätzliche Schneelast am Höhenversprung zum Bühnenturm

Wichte des Schnees γ =			2,00 kN/m³
Höhensprung zum Nachweis h =			5,00 m
Länge des Verwehungskeils l_S =	MIN(MAX(2*h; 5);15)	=	10,00 m
Dreieckförmige Zusatzlast aus Schneeverwehung:			
Gebäudebreite des höheren Daches b_{oD2} =			33,00 m
Breite unteres Dach (zum Nachweis b_{uD} =			6,00 m
⇒ μ_S =	0,00		
μ_W = MIN((b_{oD2}+b_{uD})/(2*h); γ*h/s_k - μ_S)	= 3,90		

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

für ständige / vorübergehende Bemessungssituationen		
0,8 ≤ μ_S + μ_W ≤ 2,4		
μ_2 =	MIN(MAX(μ_S+μ_W;0,80);2,4)	2,40 kN/m²
s_2 =	μ_2 * s_k	**2,04 kN/m²**
für außergewöhnliche Bemessungssituationen		
2,3 ≤ μ_S + μ_W ≤ 4,0		
$\mu_{2,A}$ =	MIN(2,3*μ_W+μ_S;4,0)	4,00 kN/m²
$s_{2,A}$ =	$\mu_{2,A}$ * s_k	**3,40 kN/m²**

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

Staudruck für Höhe 10 < h < 20m Höhe über OKG	q_D =			0,75 kN/m²
Dachflächen mit Neigungswinkel bis	α =			3,0 °
Beiwert Winddruck nach Tab. 11, Zeile 5,				
c_D=		0,7		
c_S=		-0,7		
Winddruck, w_D=	q_0* c_D		=	0,53 kN/m²
Winddsog, w_S=	q_0* c_S		=	-0,53 kN/m²

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 kN/m²

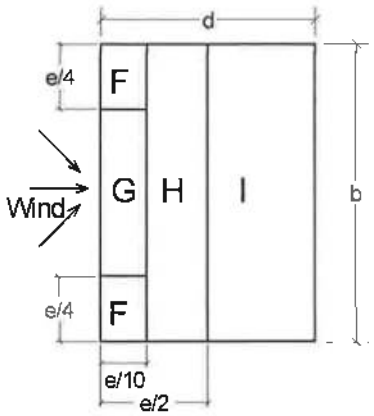
mit Attika

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 =	MIN(b ; 2*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_{pe10Ip}	=	0,20
c_{pe1Ip}	=	0,20

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

q_{we10F} =	$c_{pe10F} * q_p$	=	-1,30 kN/m²
q_{we1F} =	$c_{pe1F} * q_p$	=	-1,83 kN/m²
q_{we10G} =	$c_{pe10G} * q_p$	=	-0,87 kN/m²
q_{we1G} =	$c_{pe1G} * q_p$	=	-1,48 kN/m²
q_{we10H} =	$c_{pe10H} * q_p$	=	-0,61 kN/m²
q_{we1H} =	$c_{pe1H} * q_p$	=	-1,04 kN/m²
q_{we10I} =	$c_{pe10I} * q_p$	=	-0,52 kN/m²
q_{we1I} =	$c_{pe1I} * q_p$	=	-0,52 kN/m²
q_{we10Ip} =	$c_{pe10Ip} * q_p$	=	0,17 kN/m²
q_{we1Ip} =	$c_{pe1Ip} * q_p$	=	0,17 kN/m²

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 kN

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

Nutzlasten für Inspektionen und Instandsetzungsarbeiten

Lotrechte Einzellast Q_k = 1,00 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
		$g_{UHD_E2_0}$ =	**0,50 kN/m²**

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
		$g_{De_ü_E2_1}$ =	**3,08 kN/m²**

Unterdecke:		0,90 kN/m²
	$g_{UHD_E2_1}$ =	**0,90 kN/m²**

$g_{_1_gesamt}$ = $g_{De_ü_E2_1} + g_{UHD_E2_1}$ = **3,98 kN/m²**

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 kN/m²**

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 kN/m²**

Stahlträger:			0,25 kN/m²
Sonstiges:			0,00 kN/m²
		g_{Konst} =	**0,25 kN/m²**
g_{gesamt} =	$g_{De_E2_2} + g_{Konst}$	=	1,90 kN/m²

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 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 kN
Gleichmäßig verteilte Flächenlast	q_k =	5,00 kN/m²

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

Lotrechte Einzellast	Q_k =	2,00 kN
Gleichmäßig verteilte Flächenlast	q_k =	2,00 kN/m²
Gleichmäßig verteilter Zuschlag für leichte Trennwände ≤3kN/m	Δq=	0,80kN/m²

horiz. Holmdruck für Geländer

Linienlast in 1m Höhe über Laufbelag angesetzt	$q_{H,k}$ =	1,00 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

Neigungswinkel α = ATAN(17,4/29) = 30,96 °

Stufe Naturstein 4cm auf Hohlkastenprofil: 0,04*27 = 1,08 kN/m²
Hohlkastenprofile 290/50/3profile: (2*0,29+0,05)*0,003*78,5/0,29 = 0,51 kN/m²

g_{Aufbau} = **1,59 kN/m²**

Geländer: 0,25 kN/m
Wangen aus BrFl 18x330: 0,018*0,33*78,5 = 0,47 kN/m

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

Neigungswinkel α = ATAN(17,4/29) = 30,96 °

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

Wangenprofile aus BrFl 20x280
Geländer: 0,30 kN/m

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
p= 5,00 kN/m²
Grenzlastfaktor n= 1,2

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

Lotrechte Einzellast Q_k = 2,00 kN
Gleichmäßig verteilte Flächenlast q_k = 5,00 kN/m²

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

Lotrechte Einzellast Q_k = 2,00 kN
Gleichmäßig verteilte Flächenlast q_k = 5,00 kN/m²

3.2.2N Horizontale Nutzlast auf Brüstungen und Geländer

Linienlast in 1m Höhe über Laufbelag angesetzt $q_{H,k}$ = **1,00 kN/m**

4 Wände

4.1 Eigenlasten

Außenwände

4.1.1 B Außenwände Mauerwerk mit Plattenbekleidung

Innenputz:				0,40 kN/m²
Mauerwerk (1,8 kg/dm³), 36,5cm:		0,365 * 18	=	6,57 kN/m²
5cm HWL Platten:	0,05*6		=	0,30 kN/m²
5cm Naturstein Plattenbekleidung:	0,05*27		=	1,35 kN/m²
Sonstiges:				0,05 kN/m²
		g_{AW1_B}	=	**8,67 kN/m²**

4.1.2 B Außenwände Stahlbeton mit Plattenbekleidung

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

Innenwände

4.1.2 B Verputzte Innenwände Mauerwerk d=24cm

Innenputz:	2*0,40	=	0,80 kN/m²
Mauerwerk (1,8 kg/dm³), 24cm:	0,24 * 18	=	4,32 kN/m²
Sonstiges:			0,08 kN/m²
	g_{IW1_B}	=	**5,20 kN/m²**

4.1.3 B Verputzte Innenwände Mauerwerk d=11,5cm

Innenputz:	2*0,40	=	0,80 kN/m²
Mauerwerk (1,8 kg/dm³), 24cm:	0,115 * 18	=	2,07 kN/m²
Sonstiges:			0,08 kN/m²
	g_{IW2_B}	=	**2,95 kN/m²**

4.2 Nutzlasten

4.2.1 N neue leichte Trennwände

Zuschlag für leichte Trennwände mit Linienlast ≤3,0 kN/m am Wand Δq=0,8 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

0 < h < 10m Höhe über OKG q_{0_1} = 0,55 kN/m²
10 < h < 20m Höhe über OKG q_{0_2} = 0,75 kN/m

Beiwert Winddruck nach Tab. 11, Zeile 4,
c_D= 0,8
c_S= -0,6

Normlasten $p_n = q_0 * c$
für 0<h<10m über OKG
Winddruck, p_{n,D_1}= $q_{0_1} * c_D$ = 0,44 kN/m²
Winddsog, p_{n,S_1}= $q_{0_1} * c_S$ = -0,33 kN/m²

Grenzlastfaktor für Gesellschaftsbauten, n= 1,2
Rechnungslast $p = p_n * n$
Winddruck, $p_{,D_1}$= $p_{n,D_1} * n$ = 0,53 kN/m²
Winddsog, Normlast, $p_{,S_1}$= $p_{n,S_1} * n$ = -0,40 kN/m²

für 10<h<20m über OKG
Winddruck, p_{n,D_2}= $q_{0_2} * c_D$ = 0,60 kN/m²
Winddsog, p_{n,S_2}= $q_{0_2} * c_S$ = -0,45 kN/m²

Rechnungslast
Winddruck, $p_{,D_2}$= $p_{n,D_2} * n$ = 0,72 kN/m²
Winddsog, Normlast, $p_{,S_2}$= $p_{n,S_2} * n$ = -0,54 kN/m²

Bei geschlossenen Baukörpern, für einzelne Tragglieder nach Tab. 11, Nr. 4,5,6,78 mit
c_{D_E}= 1,0
c_{S_E}= -0,8

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 $z \geq z_{min}$
z= 13,0 m
q_p = $2,1 * q_b * (z/10)^{0,24}$ 0,87 kN/m²

Druck-/ Sog Beiwerte vertik. Fassade
für h/d≤0,25, Bereich D /E
Winddruck, c_{pD}= 0,70
zum Nachweis angesetzt, Winddruck, c_{pD}= 0,80
Windsog, c_{pS}= -0,30
zum Nachweis angesetzt, Windsog, c_{pS}= -0,50

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 kN/m²
Schneelast s= 0,70kN/m²

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO
PROF. DR.-ING. D. WERNER & DIPL.-ING. N. TYCS

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/m²	(TGL 20167-2, 3.4.6)	/2/
2 cm Zementmörtel (0,02 m * 2100 kg/m³)	42 kg/m²	(TGL 20167-2, 5.5)	/2/
3x5 cm Holzwolleleichtbauplatte (0,15 m * 500 kg/m³)	75 kg/m²	(TGL 8950, Tab. 3)	/4/
1 Lage Dachpappe einschl. Klebemasse (Dampfbremse)	5 kg/m²		
Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5 + Voranstrich	20 kg/m²	(Zulassung 46/70)	/5/
g_1 =	172 kg/m²		

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 kp/m² = 1,50 kN/m² 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.

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO

Nutzlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 3.2

p = 75 kp/m² = 0,75 kN/m² (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

$p_n = s_0 * c$ [kp/m²] mit s_0 = 70 kp/m² (Schneelast auf waagerechter Fläche, Schneegebiet II)

c = 1,0 (Dachneigung < 25°)

p_n = 70 kp/m² * 1,0 = 70 kp/m² = 0,70 kN/m² **Normlast**

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

c = 2,5 bei ständigen Dachlasten >150 kp/m² für unterstützende Bauteile & Dachplatten m. Stützweiten >6,0m

c = 2,0 bei Dachplatten mit einer Stützweite ≤ 6,0 m (unabhängig von der Dachlast)

Gleichzeitig ist das nächst niedrige Schneegebiet I anzusetzen. Dies entspricht hier s_n = 50 kp/m².

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

p_n = 50 kp/m² * 2,0 = 100 kp/m² = **1,00 kN/m²** für die Dachhaut

p_n = 50 kp/m² * 2,5 = 125 kp/m² = **1,25 kN/m²** für die Binder

Die Länge des Schneekeiles entspricht dem zweifachen Wert des Höhensprunges, jedoch mindestens 5,00 m und maximal 10,0 m.

Windlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 6

$p_n = q_0 * c$ [kp/m²] mit q_0 = 55 kp/m² (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 wir 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 kp/m² * 1,0 = 55 kp/m² ≈ **0,55 kN/m²** Winddruck

p_n = 55 kp/m² * -0,8 = -44 kp/m² ≈ **-0,44 kN/m²** 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 kp/m² * -0,8 = -44 kp/m² ≈ **-0,44 kN/m²** Windsog
zu berücksichtigen.

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO

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.

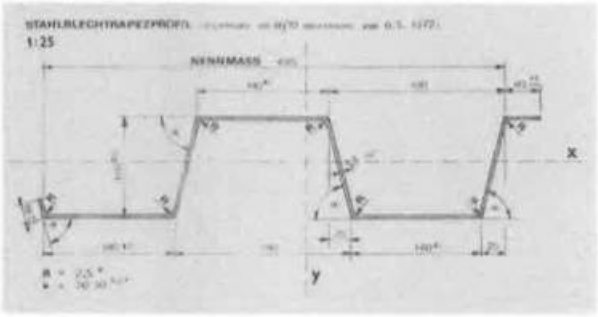
Material:

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 cm³ / 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 σ = ± 0,9 Mp/cm²	≈ 9,0 kN/cm²
größte Querkraft:	max Q = 0,8 Mp/m	≈ 8,0 kN/m

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

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

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO
PROF DR-ING D WERNER & DIPL ING N PREß

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:

zul M = W_x * zul σ = 83 cm³ / m * 9,0 kN/cm² = 747 kNcm/m = 7,47 kNm/m
zul q = 8 * zul M / l² = 8 * 7,47 kNm/m / (5,85 m)² = **1,75 kN/m²** ← maßgebend

zul Q = 8,0 kN/m
zul q = 8,0 kN/m / (5,85 m / 2) = 2,74 kN/m²

Die Dachschale kann entsprechend ihrer damals gültigen Zulassung eine Flächenlast aus Eigengewicht und Schnee von maximal 1,75 kN/m² 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 10 von 19

pib Prenzlauer Ingenieurbüro • Ahornweg b. 17291 Prenzlau • Telefon 03984 - 8654-0 • Telefax 03984 - 8654129
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= 450cm (bzw. 310, 320 und 350cm)
Obergurt der Fachwerkträger aus Breitflansch-Doppel-T-Profil b/h=200/200 t_F=15mm t_{St}=8mm aus dem Material St 52-3 (siehe Bestandsstatik Seite A 344)
Maximale Stützweite L = 4,50 m

Zulässige Belastung Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm:
zul.M = W_x * zul.σ (Werte siehe Berechnung pib)

zul.M =			7,47 kNm/m
zul.q_M=	8 * zul.M / L²	=	2,95 kN/m²
zul.Q =			8,00 kN/m
zul.q_Q=	zul.Q / (L/2)	=	3,56 kN/m²
maßgebend zul.q =	MIN(zul.q_M; zul.q_Q)	=	2,95 kN/m²

Dachaufbau Eigenlast gemäß Bestandsstatik 1973 für Dach über Ebene 8:
Eigenlast $g_{Da,E8}$ = 2,20 kN/m²
Schneelast s = 0,70 kN/m²

Lastsummation q = $g_{Da,E8}$ + s = 2,90 kN/m²

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

Auf dem obersten Dach sind keine Schneeansammlung zu berücksichten.

Sofern der Dachaufbau und das Dachtragwerk durch Sondierungen bestätig werden können, wäre das Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm 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 kN/m²
Schneelast s= 0,70kN/m²

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO
PROF. DR.-ING. D. WERNER & DIPL.-ING. N. PIPPO

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/m²	(TGL 20167-2, 3.4.6)	/2/
2 cm Zementmörtel (0,02 m * 2100 kg/m³)	42 kg/m²	(TGL 20167-2, 5.5)	/2/
3x5 cm Holzwolleleichtbauplatte (0,15 m * 500 kg/m³)	75 kg/m²	(TGL 8950, Tab. 3)	/4/
1 Lage Dachpappe einschl. Klebemasse (Dampfbremse)	5 kg/m²		
Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5 + Voranstrich	20 kg/m²	(Zulassung 46/70)	/5/
g_t =	172 kg/m²		

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 kp/m² = 1,50 kN/m² 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.

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO

Nutzlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 3.2

$p = 75$ kp/m² ≈ 0,75 kN/m² (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

$p_n = s_o * c$ [kp/m²] mit $s_o = 70$ kp/m² (Schneelast auf waagerechter Fläche, Schneegebiet II)

$c = 1,0$ (Dachneigung < 25°)

$p_n = 70$ kp/m² * 1,0 = 70 kp/m² ≈ 0,70 kN/m² **Normlast**

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

$c = 2,5$ bei ständigen Dachlasten >150 kp/m² für unterstützende Bauteile & Dachplatten m. Stützweiten >6,0m

$c = 2,0$ bei Dachplatten mit einer Stützweite ≤ 6,0 m (unabhängig von der Dachlast)

Gleichzeitig ist das nächst niedrige Schneegebiet I anzusetzen. Dies entspricht hier $s_o = 50$ kp/m².

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

$p_n = 50$ kp/m² * 2,0 = 100 kp/m² ≈ **1,00 kN/m²** für die Dachhaut

$p_n = 50$ kp/m² * 2,5 = 125 kp/m² ≈ **1,25 kN/m²** für die Binder

Die Länge des Schneekeiles entspricht dem zweifachen Wert des Höhensprunges, jedoch mindestens 5,00 m und maximal 10,0 m.

Windlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 6

$p_n = q_o * c$ [kp/m²] mit $q_o = 55$ kp/m² (Staudruck von 0 bis 10 m Höhe über Gelände)

Für senkrechte Flächen gelten im allgemeinen folgende c-Werte:

$c = +0,8$ (Aeordynamischer Beiwert für Luvseite)

$c = -0,6$ (Aeordynamischer Beiwert für Leeseite

Für „Einzeltragglieder der Umfassungskonstruktion" sind die Werte wir folgt zu erhöhen:

$c = +1,0$ (Aeordynamischer Beiwert für Luvseite)

$c = -0,8$ (Aeordynamischer Beiwert für Leeseite)

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

$p_n = 55$ kp/m² * 1,0 = 55 kp/m² ≈ **0,55 kN/m²** Winddruck

$p_n = 55$ kp/m² * -0,8 = -44 kp/m² ≈ **-0,44 kN/m²** 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
$p_n = 55$ kp/m² * -0,8 = -44 kp/m² ≈ **-0,44 kN/m²** Windsog
zu berücksichtigen.

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO
PROF. DR.-ING. D. WERNER & DIPL.-ING. N. LIMZE

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.

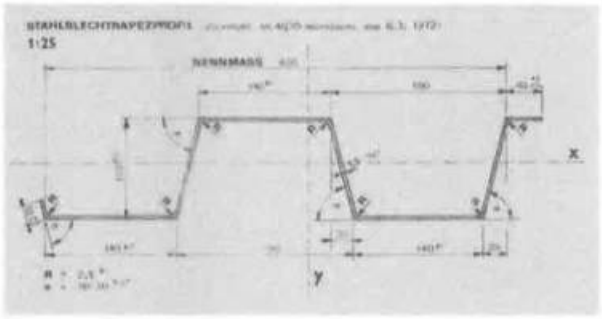
Material:

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 cm³ / 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 σ = ± 0,9 Mp/cm²	≈ 9,0 kN/cm²
größte Querkraft:	max Q = 0,8 Mp/m	≈ 8,0 kN/m

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

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

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO
PROF. DR.-ING. D. WERNER & DIPL.-ING. N. PIER

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:

zul M = W_x * zul σ = 83 cm³ / m * 9,0 kN/cm² = 747 kNcm/m = 7,47 kNm/m
zul q = 8 * zul M / l² = 8 * 7,47 kNm/m / (5,85 m)² = **1,75 kN/m²** ← maßgebend

zul Q = 8,0 kN/m
zul q = 8,0 kN/m / (5,85 m / 2) = 2,74 kN/m²

Die Dachschale kann entsprechend ihrer damals gültigen Zulassung eine Flächenlast aus Eigengewicht und Schnee von maximal 1,75 kN/m² 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. Zuschauerbereich Ebene 5:

Achsabstand der Fachwerkträger a= 600cm
Obergurt der Fachwerkträger aus Breitflansch-Doppel-T-Profil b/h=250/250 t_F=20mm t_{St}=12mm aus dem Material St 52-3 (siehe Bestandsstatik Seite B 34)
Maximale Stützweite L = 5,85 m

Zulässige Belastung Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm:
zul.M = W_x * zul.σ (Werte siehe Berechnung pib)

zul.M = 7,47 kNm/m
zul.q_M = 8 * zul.M / L² = 1,75 kN/m²

zul.Q = 8,00 kN/m
zul.q_Q = zul.Q / (L/2) = 2,74 kN/m²

maßgebend zul.q = MIN(zul.q_M; zul.q_Q) = 1,75 kN/m²

Dachaufbau Eigenlast bei Erneuerung für Dach über Ebene 5:
Eigenlast $g_{neuDa,E5}$ = 0,70 kN/m²
Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:
Schneelast für Schneegebiet $s_{0,II}$ = 0,70 kN/m²
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 kN/m²

Wert der Schneeanhäufung für Dachhaut $s_{A,D}$ = $s_{0,I}$ * 2,0 = 1,00 kN/m²
Wert der Schneeanhäufung für Binder $s_{A,B}$ = $s_{0,I}$ * 2,5 = 1,25 kN/m²

Lastsummation q = $g_{neuDa,E5}$ + $s_{A,D}$ = 1,70 kN/m²

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

Bei Erneuerung des Dachaufbaus wird mit einem geleichterten Dachaufbau von 0,70kN/m² 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=0,75kN/m² ergibt sich:

p_n = 0,75 * (-0,8) = -0,60 kN/m² 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 kN/m²
Schneelast s= 0,70kN/m²

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO

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/m²	(TGL 20167-2, 3.4.6)	/2/
2 cm Zementmörtel (0,02 m * 2100 kg/m³)	42 kg/m²	(TGL 20167-2, 5.5)	/2/
3x5 cm Holzwolleleichtbauplatte (0,15 m * 500 kg/m³)	75 kg/m²	(TGL 8950, Tab. 3)	/4/
1 Lage Dachpappe einschl. Klebemasse (Dampfbremse)	5 kg/m²		
Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5 + Voranstrich	20 kg/m²	(Zulassung 46/70)	/5/
g_1 =	172 kg/m²		

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 kp/m² = 1,50 kN/m² 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

$p = 75$ kp/m² ≈ 0,75 kN/m² (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

$p_n = s_0 * c$ [kp/m²] mit $s_0 = 70$ kp/m² (Schneelast auf waagerechter Fläche, Schneegebiet II)

$c = 1,0$ (Dachneigung < 25°)

$p_n = 70$ kp/m² * 1,0 = 70 kp/m² ≈ 0,70 kN/m² **Normlast**

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

$c = 2,5$ bei ständigen Dachlasten >150 kp/m² für unterstützende Bauteile & Dachplatten m. Stützweiten >6,0m

$c = 2,0$ bei Dachplatten mit einer Stützweite ≤ 6,0 m (unabhängig von der Dachlast)

Gleichzeitig ist das nächst niedrige Schneegebiet I anzusetzen. Dies entspricht hier $s_0 = 50$ kp/m².

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

$p_n = 50$ kp/m² * 2,0 = 100 kp/m² ≈ **1,00 kN/m²** für die Dachhaut

$p_n = 50$ kp/m² * 2,5 = 125 kp/m² = **1,25 kN/m²** für die Binder

Die Länge des Schneekeiles entspricht dem zweifachen Wert des Höhensprunges, jedoch mindestens 5,00 m und maximal 10,0 m.

Windlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 6

$p_n = q_0 * c$ [kp/m²] mit $q_0 = 55$ kp/m² (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)

$c = -0,8$ (Aerodynamischer Beiwert für Leeseite

Für „Einzeltragglieder der Umfassungskonstruktion" sind die Werte wir 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:**

$p_n = 55$ kp/m² * 1,0 = 55 kp/m² ≈ **0,55 kN/m²** Winddruck

$p_n = 55$ kp/m² * -0,8 = -44 kp/m² ≈ **-0,44 kN/m²** 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
$p_n = 55$ kp/m² * -0,8 = -44 kp/m² ≈ **-0,44 kN/m²** 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.

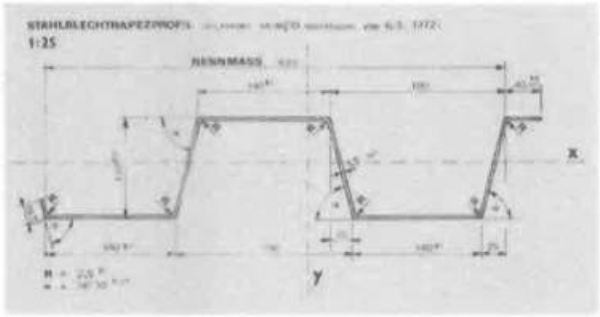
Material:

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 cm³ / 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 σ = ± 0,9 Mp/cm²	≈ 9,0 kN/cm²
größte Querkraft:	max Q = 0,8 Mp/m	≈ 8,0 kN/m

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

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

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO
PROF. DR.-ING. D. WERNER & DIPL.-ING. N. PREß

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:

zul M = W_x * zul σ = 83 cm³ / m * 9,0 kN/cm² = 747 kNcm/m = 7,47 kNm/m
zul q = 8 * zul M / l² = 8 * 7,47 kNm/m / (5,85 m)² = **1,75 kN/m²** ← maßgebend

zul Q = 8,0 kN/m
zul q = 8,0 kN/m / (5,85 m / 2) = 2,74 kN/m²

Die Dachschale kann entsprechend ihrer damals gültigen Zulassung eine Flächenlast aus Eigengewicht und Schnee von maximal 1,75 kN/m² 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!**

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. Foyerbereich Ebene 3:

Achsabstand der Doppel-T-Dachträger a= 600cm
Obergurt der Doppel-T-Profil b/h=250/400 t_F=20mm t_{St}=10mm aus dem Material St 38 (siehe Bestandsstatik Seite B 224)
Maximale Stützweite L = 5,85 m

Zulässige Belastung Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm:
zul.M = W_x * zul.σ (Werte siehe Berechnung pib)

zul.M =			7,47 kNm/m
zul.q_M=	8 * zul.M / L²	=	1,75 kN/m²
zul.Q =			8,00 kN/m
zul.q_Q=	zul.Q / (L/2)	=	2,74 kN/m²
maßgebend zul.q =	MIN(zul.q_M; zul.q_Q)	=	1,75 kN/m²

Dachaufbau Eigenlast bei Erneuerung für Dach über Ebene 3:
Eigenlast $g_{neuDa,E3}$ = 0,70 kN/m²
Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:
Schneelast für Schneegebiet $s_{0,II}$ = 0,70 kN/m²
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 kN/m²

Wert der Schneeanhäufung für Dachhaut $s_{A,D}$ =	$s_{0,I}$ * 2,0	=	1,00 kN/m²
Wert der Schneeanhäufung für Binder $s_{A,B}$ =	$s_{0,I}$ * 2,5	=	1,25 kN/m²
Lastsummation q =	$g_{neuDa,E3}$ + $s_{A,D}$	=	1,70 kN/m²
$\frac{q}{zul.q}$		=	0,97 < 1

Bei Erneuerung des Dachaufbaus wird mit einem geleichterten Dachaufbau von 0,70kN/m² 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=0,75kN/m² ergibt sich:
p_n = 0,75 * (-0,8) = -0,60 kN/m² 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 kN/m²
Schneelast s= 0,70kN/m²

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO

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/m²	(TGL 20167-2, 3.4.6)	/2/
2 cm Zementmörtel (0,02 m * 2100 kg/m³)	42 kg/m²	(TGL 20167-2, 5.5)	/2/
3x5 cm Holzwolleleichtbauplatte (0,15 m * 500 kg/m³)	75 kg/m²	(TGL 8950, Tab. 3)	/4/
1 Lage Dachpappe einschl. Klebemasse (Dampfbremse)	5 kg/m²		
Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5 + Voranstrich	20 kg/m²	(Zulassung 46/70)	/5/
g_1 =	172 kg/m²		

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 kp/m² = 1,50 kN/m² 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 kp/m² ≈ 0,75 kN/m² (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

$p_n = s_0 * c$ [kp/m²] mit s_0 = 70 kp/m² (Schneelast auf waagerechter Fläche, Schneegebiet II)
c = 1,0 (Dachneigung < 25°)

p_n = 70 kp/m² * 1,0 = 70 kp/m² ≈ 0,70 kN/m² **Normlast**

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

c = 2,5 bei ständigen Dachlasten >150 kp/m² für unterstützende Bauteile & Dachplatten m. Stützweiten >6,0m
c = 2,0 bei Dachplatten mit einer Stützweite ≤ 6,0 m (unabhängig von der Dachlast)

Gleichzeitig ist das nächst niedrige Schneegebiet I anzusetzen. Dies entspricht hier s_0 = 50 kp/m².

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

p_n = 50 kp/m² * 2,0 = 100 kp/m² ≈ **1,00 kN/m²** für die Dachhaut

p_n = 50 kp/m² * 2,5 = 125 kp/m² ≈ **1,25 kN/m²** für die Binder

Die Länge des Schneekeiles entspricht dem zweifachen Wert des Höhensprunges, jedoch mindestens 5,00 m und maximal 10,0 m.

Windlasten nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 6

$p_n = q_\psi * c$ [kp/m²] mit q_0 = 55 kp/m² (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 wir 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 kp/m² * 1,0 = 55 kp/m² ≈ **0,55 kN/m²** Winddruck
p_n = 55 kp/m² * -0,8 = -44 kp/m² ≈ **-0,44 kN/m²** 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 kp/m² * -0,8 = -44 kp/m² ≈ **-0,44 kN/m²** Windsog
zu berücksichtigen.

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO
PROF. DR.-ING. D. WERNER & DIPL.-ING. M. [illegible]

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.

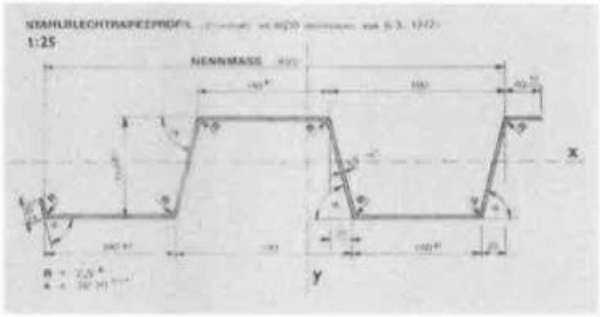
Material:

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 cm³ / 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 σ = ± 0,9 Mp/cm²	≈ 9,0 kN/cm²
größte Querkraft:	max Q = 0,8 Mp/m	≈ 8,0 kN/m

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

pib Prenzlauer Ingenieurbüro • Ahornweg 5, 17291 Prenzlau • Telefon 03984 – 8654-0 • Telefax 03984 – 865426
Internet http://www.pib-buero.de • Mail info@pib-buero.de

PRENZLAUER INGENIEURBÜRO
PROF DR-ING D WERNER & DIPL ING N RIES

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:

zul M = W_x * zul σ = 83 cm³ / m * 9,0 kN/cm² = 747 kNcm/m = 7,47 kNm/m
zul q = 8 * zul M / l² = 8 * 7,47 kNm/m / (5,85 m)² = **1,75 kN/m²** ← maßgebend

zul Q = 8,0 kN/m
zul q = 8,0 kN/m / (5,85 m / 2) = 2,74 kN/m²

Die Dachschale kann entsprechend ihrer damals gültigen Zulassung eine Flächenlast aus Eigengewicht und Schnee von maximal 1,75 kN/m² 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 - 866429
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= 420cm
Randträger aus U200 bzw. U180 (siehe Bestandspläne)
Maximale Stützweite L = 4,20 m

Zulässige Belastung für Stahlblechtrapezprofilband 110/330/1,5mm:
zul.M = W_x * zul.σ (Werte siehe Berechnung pib)

zul.M =			7,47 kNm/m
zul.q_M=	8 * zul.M / L²	=	3,39 kN/m²
zul.Q =			8,00 kN/m
zul.q_Q=	zul.Q / (L/2)	=	3,81 kN/m²
maßgebend zul.q =	MIN(zul.q_M; zul.q_Q)	=	3,39 kN/m²

Dachaufbau Eigenlast gemäß Bestandsstatik 1973 für Dach über Ebene 3:
Eigenlast $g_{Da,E3}$ = 1,72 kN/m²
Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:
Schneelast für Schneegebiet $s_{0,II}$ = 0,70 kN/m²
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 kN/m²

Wert der Schneeanhäufung für Dachhaut $s_{A,D}$ =	$s_{0,I}$ * 2,0	=	1,00 kN/m²
Wert der Schneeanhäufung für Binder $s_{A,B}$ =	$s_{0,I}$ * 2,5	=	1,25 kN/m²
Lastsummation q =	$g_{Da,E3}$ + $s_{A,D}$	=	2,72 kN/m²
$\frac{q}{zul.q}$		=	0,80 < 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=0,75kN/m² ergibt sich:

p_n = 0,75 * (-0,8) = -0,60 kN/m² 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 bestätig 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 angerenzenden Abschnitte lasten auf den neuen Wechselträgern ab.
Diese schließen mit verschraubten Winkeln an die Haupträger 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 Wechselräger für Oberlicht

1 statisches System: siehe 3
Stützweite zum Nachweis
l= 1,60 m

2 Belastung, sh. Abschn. A1

Eigengewicht
aus geleichterer Dachkonstruktion
Aufbau neu, g_{Da_neu}= 0,70 kN/m³
UHD neu, an Deckenprofilen g_{UHD}=0,50+0,2 = 0,70 kN/m³

Lasteinflussbreite Dachlasten aus angrenzender Dachfläche
e_{1,g_Da}= 3,20/2 = 1,60 m
Linienlast, g_= $(g_{Da_neu}+g_{UHD})*e_{1,g_Da}$ = 2,24 kN/m

aus Oberlicht, Annahme G_{OL}= 2,00 kN
in ungünstiger Weise als Linienlast auf Wechselträger angesetzt
g_{OL}= $G_{OL}/(2*l)$ = 0,63 kN/m

Schneelast
einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm
s= 2,04 kN/m²
s_A= 3,40 kN/m²
Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht
$e_{1,s}$= 3,20/2+1,5/2 = 2,35 m
Linienlasten,
s_1= $s^* e_{1,s}$ = 4,79 kN/m
s_{1_A}= $s_A^* e_{1,s}$ = 7,99 kN/m

Windlast
Winddruck, Bereich I, w_D= 0,17 kN/m²
Windsog, Bereich F, w_S= -1,30 kN/m²
Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht
$e_{1,w}$= 3,20/2+1,5/2 = 2,35 m
Linienlasten
$w_{_D}$= $w_D^* e_{1,w}$ = 0,40 kN/m
$w_{_S}$= $w_S^* e_{1,w}$ = -3,06 kN/m

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

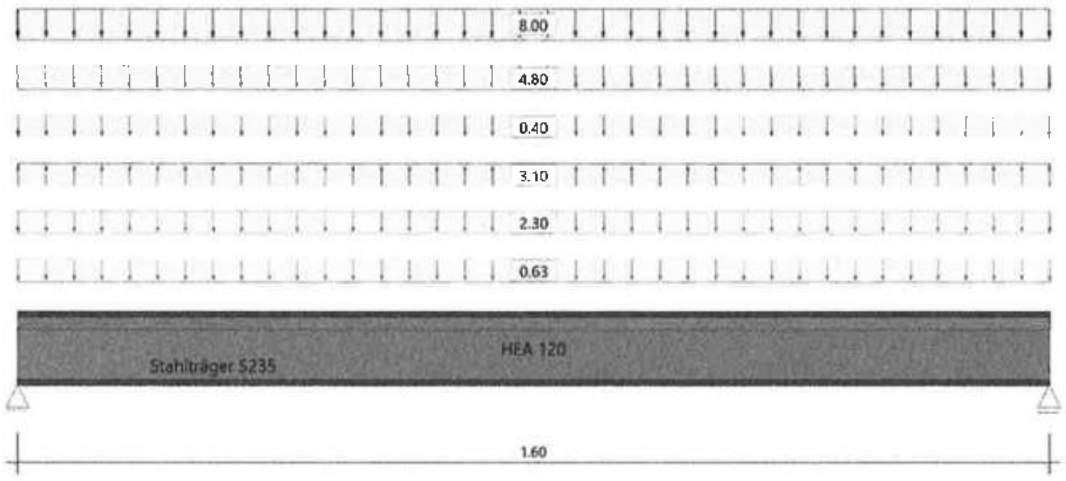
3 Nachweise
- mit HEA 120

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

	E_k	=	210000 N/mm²	G_k	=	80769 N/mm²
	γ	=	78.50 kN/m³	μ	=	0.30
				β_w	=	0.80
Streckgrenze	t ≤		40 mm	f_{yk}	=	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤		40 mm	f_{uk}	=	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 120	606	231	106	38	25.3
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	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 - Dreieckslast (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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

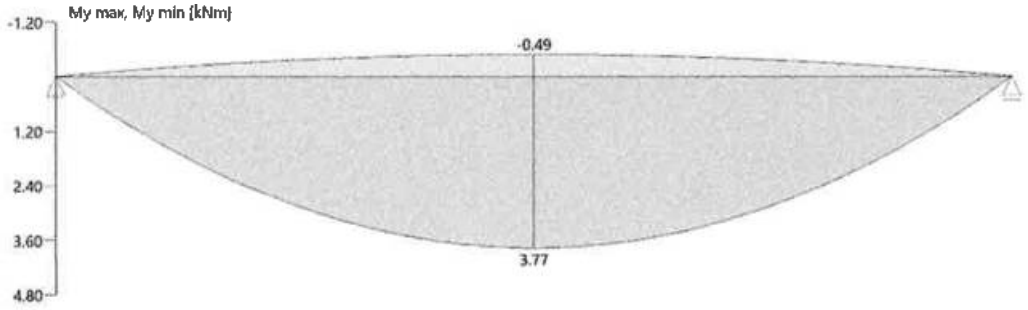
Zusammenfassung

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

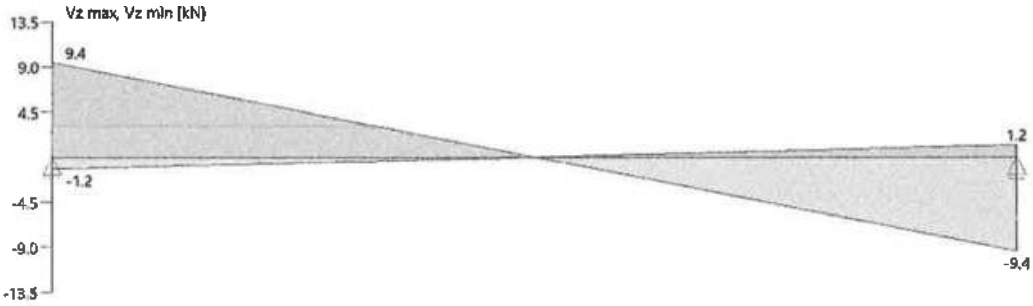
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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]	Gl	η	Lfk
0.80	1	0.0	3.77	6.54	0.15	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

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

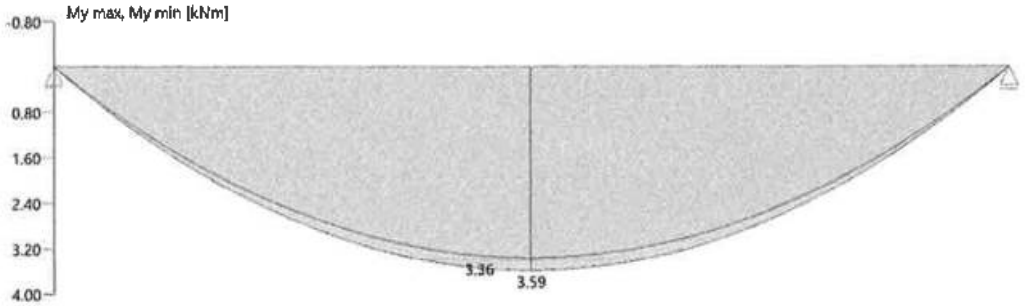
$M_{y,Ed}$	=	3.77 kNm
M_{cr}	=	518.80 kNm
λ_{lt}	=	0.23
χ_{lt}	=	1.00
$M_{y,Rk}$	=	28.16 kNm
γ_{M1}	=	1.10

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

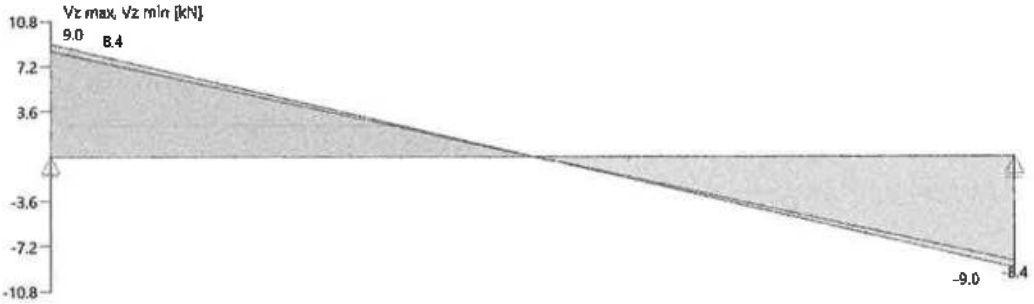
Tragsicherheit - Lastkombination außergewöhnlich

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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	9.0	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]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
0.80	1	0.0	3.59	6.54	0.13	3

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

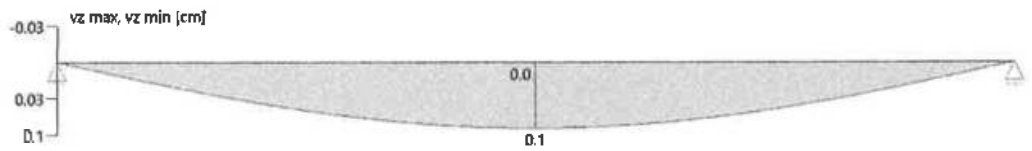
$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) =$ **0.13**

$M_{y,Ed}$	=	3.59 kNm
M_{cr}	=	518.46 kNm
λ_{lt}	=	0.23
χ_{lt}	=	1.00
$M_{y,Rk}$	=	28.16 kNm
γ_{M1}	=	1.00

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	0.02	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)
$f_{z,g}$: 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	2.50	2.50		
		Windlasten	-2.48	0.32		
		Schnee H < 1000 m		3.84		
		außergewöhnliche Einwirkungen	6.40	6.40		
2	1.60	ständig	2.50	2.50		
		Windlasten	-2.48	0.32		
		Schnee H < 1000 m		3.84		
		außergewöhnliche Einwirkungen	6.40	6.40		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

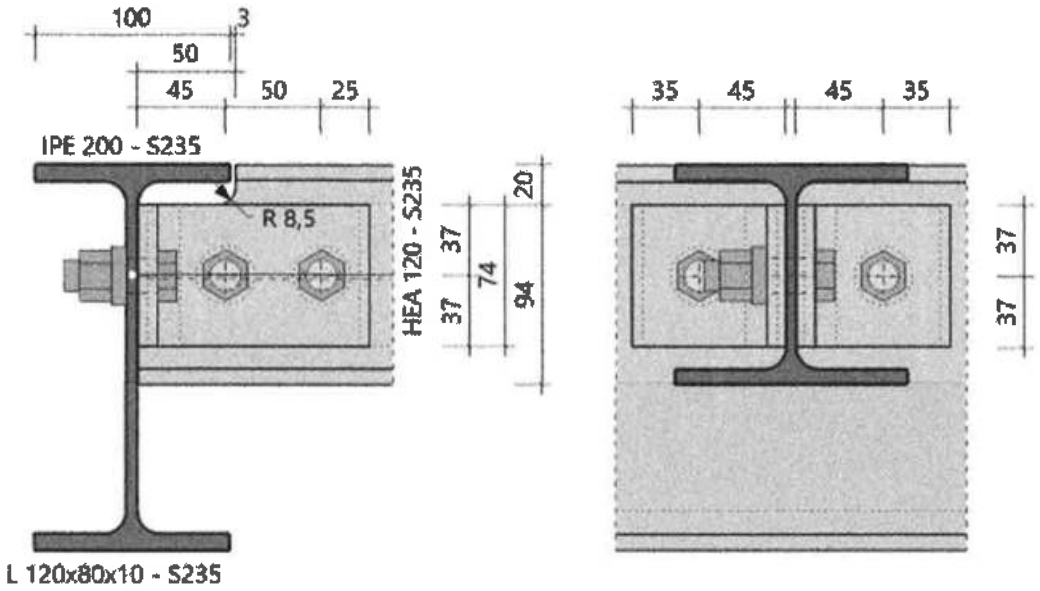
Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	9.43			
		Lk 2	-1.22			
2	1.60	Lk 1	9.43			
		Lk 2	-1.22			

Anschlüsse
an Hauptträger Pos. E-D2.1.2
Nachweis mit $V_{z,d}$=15 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_o mm	h_{steg} mm	t_o 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	Ausklinkung	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

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h_s 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	Querschnitt h mm	b mm	ts mm	r mm
L 120x80x10	nach Vorgabe	0	an Nebenträger	74	120	80	10	11

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	do 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	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 cm²	$M_{yv,d}$ 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 e_1 mm	e_2 mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ 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 e_1 mm	e_2 mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ 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 cm²	$M_{yv,d}$ 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 e_1 mm	e_2 mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
vert.(z)	28.5	37	45	0.68	2.19	34.3	0.83

Richtung	V_a kN	Winkel e_1 mm	e_2 mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ 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} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ 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} cm²	$\sigma_{c,d}$ N/mm²	$\sigma_{R,d}$ N/mm²	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 mm	t_s mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
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 mm	b mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
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 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*0,5/2 = 0,50 m

aus geleichterer Dachkonstruktion

Aufbau neu, g_{Da_neu}= 0,70 kN/m³

UHD neu, an Deckenprofilen g_{UHD}=0,50+0,2 = 0,70 kN/m³

Linienlast, $g_$ = $(g_{Da_neu}+g_{UHD})*e_{1,g_Da}$ = 0,70 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 kN

Schneelast

einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm

s= 2,04 kN/m²

s_A= 3,40 kN/m²

zum Nachweis Laststreifen mit

$e_{1,s}$= 2*0,5/2 = 0,50 m

Linienlasten,

s_1= $s^* e_{1,s}$ = 1,02 kN/m

s_{1_A}= $s_A^* e_{1,s}$ = 1,70 kN/m

Einzellast aus Pos. E3-D2.1.1 Wechsel

S_{We}= 3,84 kN

$S_{_A,We}$= 6,40 kN

Windlast

Winddruck, Bereich I, w_D= 0,17 kN/m²

Windsog, Bereich F, w_S= -1,30 kN/m²

zum Nachweis Laststreifen mit

$e_{1,w}$= 2*0,5/2 = 0,50 m

Linienlasten

w_D= $w_D^* e_{1,w}$ = 0,09 kN/m

w_S= $w_S^* e_{1,w}$ = -0,65 kN/m

Einzellast aus Pos. E3-D2.1.1 Wechsel

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

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

Nutzlast

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

3 Nachweise
- mit IPE200

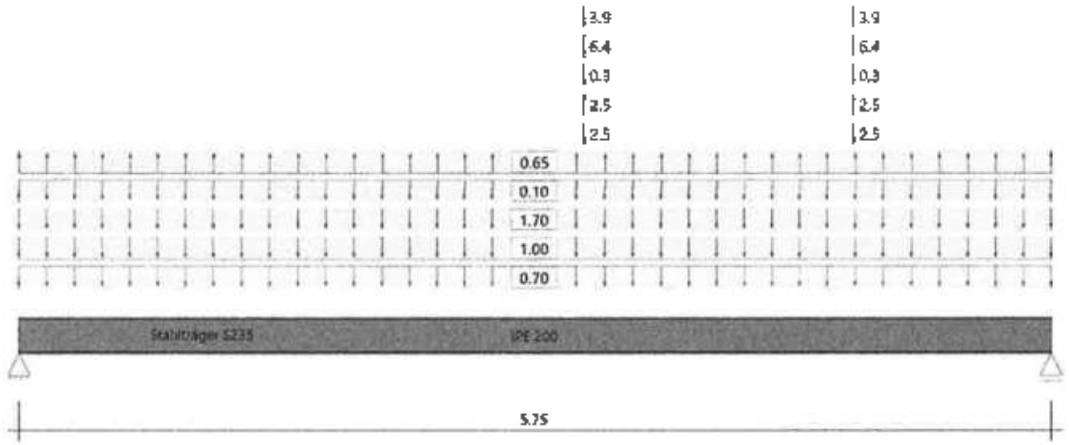
Einzellasten aus Wechsel Pos. D2.1.1 in ungünstiger Weise für beide Wechselträger angesetzt

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

	E_k =	210000 N/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ =	78.50 kN/m³	μ =	0.30
			β_w =	0.80
Streckgrenze	t ≤	40 mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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	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	[ ]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	3.15	2.5	kN	ständig		
	2	kraft	4.65	2.5	kN	ständig		
	3	kraft	3.15	3.9	kN	Schnee	1	1
	4	kraft	4.65	3.9	kN	Schnee	1	1
	5	kraft	3.15	6.4	kN	außergewöhnlich	2	1
	6	kraft	4.65	6.4	kN	außergewöhnlich	2	1
	7	kraft	3.15	0.3	kN	Wind	3	2
	8	kraft	4.65	0.3	kN	Wind	3	2
	9	kraft	3.15	-2.5	kN	Wind	4	2
	10	kraft	4.65	-2.5	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		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 - Dreieckslast (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_{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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)		:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten		:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung		:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach		:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =		5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =		Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =		Felder l_{eff}/ 300

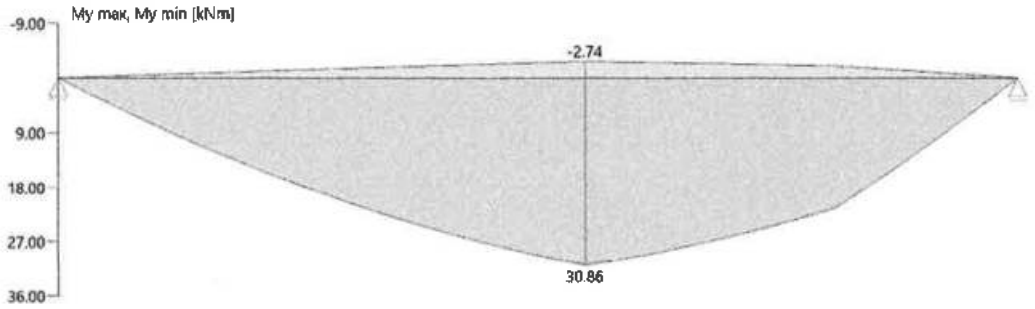
Zusammenfassung

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

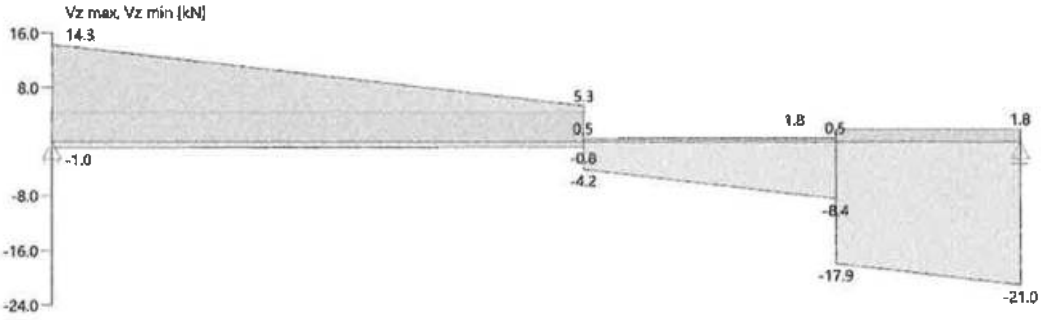
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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]	Gl	η	Lfk
3.15	1	0.0	30.86	6.54	0.82	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) =$ **0.82**

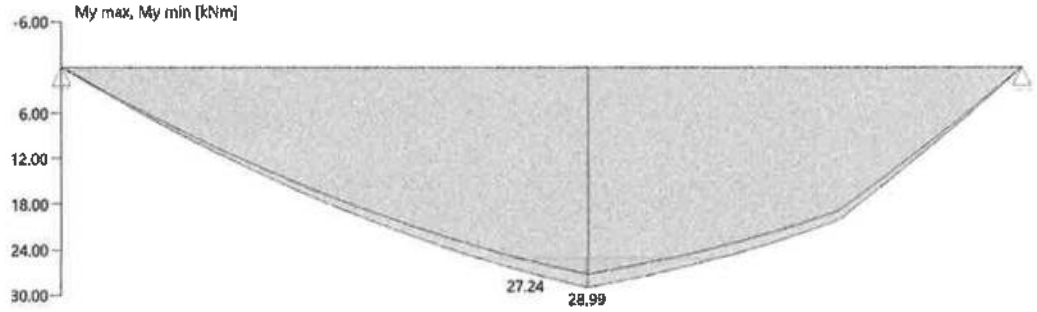
$M_{y,Ed}$	=	30.86 kNm
M_{cr}	=	73.98 kNm
λ_{lt}	=	0.84
χ_{lt}	=	0.80
$M_{y,Rk}$	=	52.00 kNm
γ_{M1}	=	1.10

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

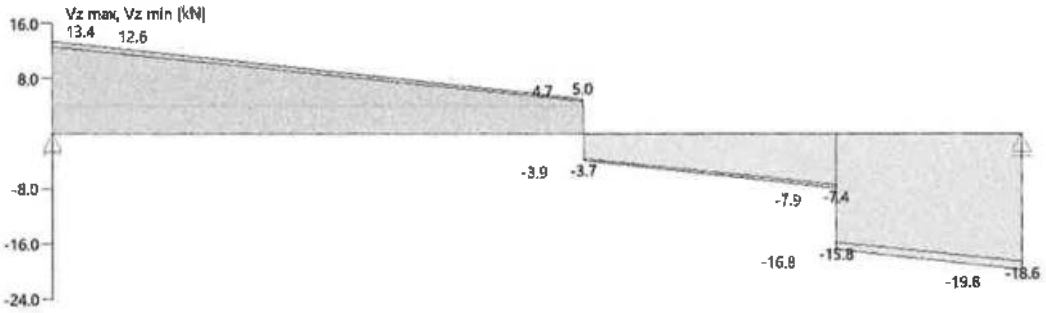
Tragsicherheit - Lastkombination außergewöhnlich

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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	13.4	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]	Qkl	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)

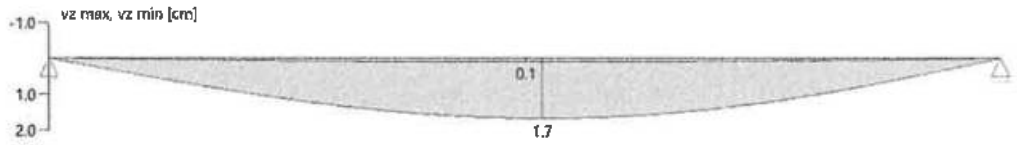
$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) =$ **0.70**

$M_{y,Ed}$	=	28.99 kNm
M_{cr}	=	73.86 kNm
λ_{lt}	=	0.84
χ_{lt}	=	0.80
$M_{y,Rk}$	=	52.00 kNm
γ_{M1}	=	1.00

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 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)
$f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

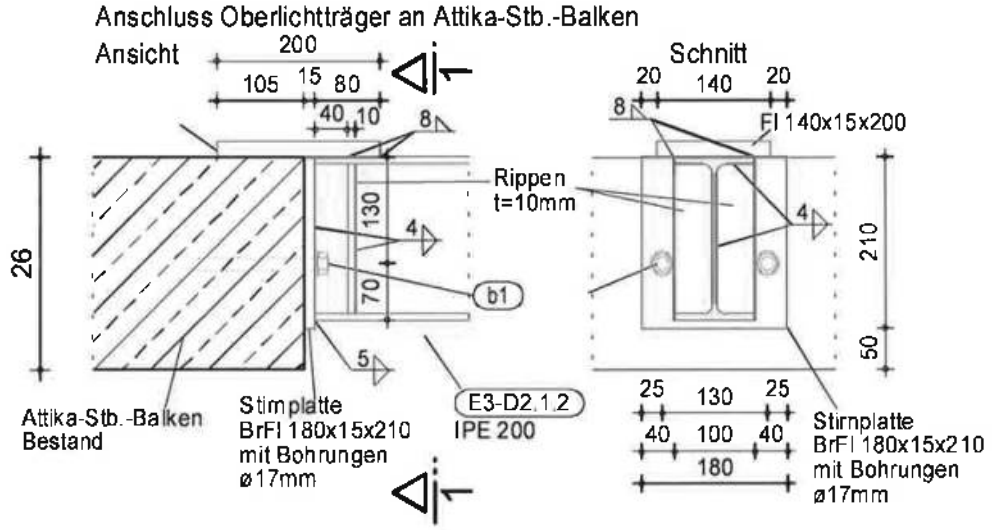
Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

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	4.26	4.26		
		Windlasten	-3.48	0.48		
		Schnee H < 1000 m		5.38		
		außergewöhnliche Einwirkungen	9.01	9.01		
2	5.75	ständig	6.05	6.05		
		Windlasten	-5.26	0.69		
		Schnee H < 1000 m		8.17		
		außergewöhnliche Einwirkungen	13.57	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	14.27			
		Lk 2	-0.95			
2	5.75	Lk 1	21.04			
		Lk 2	-1.84			

Anschlüsse
an Attika Bestand, Achse A
Geometrie:



Nachweis mit

$V_{z,d}$= 20,00 kN

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

- Schweißnähte IPE200, Auflagerplatte, t=20mm
  Kehlnähte 2x8mm

Biegebeanspruchung im Winkelschenkel Fl 120x15x180, am Anschluss Kopfplatte

t = 2,00 cm

b= 14,00 cm

W_y= $b * t^2 / 6$ = 9,33 cm²

Abstand Auflagerpunkt - Mitte Schweißnaht

e_1= 10,00 kN/m

M_{Ed} = $V_{z,d} * e_1$ = 200,00 kNcm

Beanspruchbarkeiten:
- Zuordnung Querschnittsklasse 1

f_y = 23,50 kN/cm²

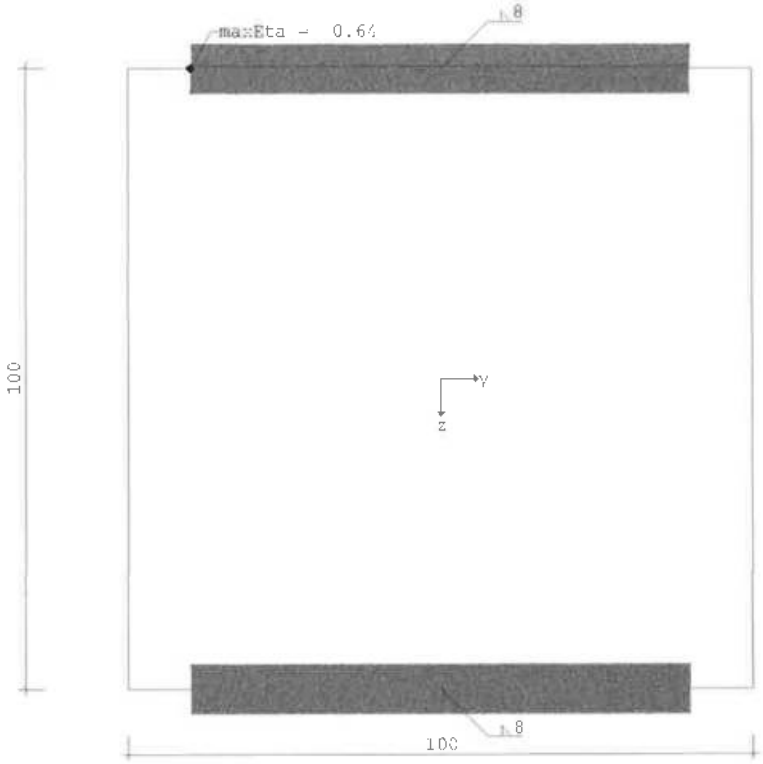
γ_{M0} = 1,00

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

Nachweis Biegebeanspruchung:

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

Nachweis Schweißnähte



1.Überlagerung

System

Norm : DIN EN 1993
Profil : 4KT 100
A = 100.00 cm² Iy = 833.0 cm4 Iz = 833.0 cm4
h = 100.0 mm b = 100.0 mm
Blechdicke : t = 8.0 mm
Stahl : S235 fy = 235.0 fu = 360.0 N/mm² γ_{M0} = 1.00
fvw,d = 207.8 N/mm² 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

lw = 80.0 mm aw = 8.0 mm Naht oben / unten

Schweißnahtfläche
Aw = 12.80 cm2
Aw,z = 0.00 cm2
Aw,y = 12.80 cm2

Flächenmomente 2.Grades der Schweißnähte
Iw,y = 320.68 cm4
Iw,z = 68.27 cm4 Iw,yz = 0.00 cm4

Anschlußschnittkräfte γF-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 M_y= 0.00 V_z= 0.00 M_z= 2.00 V_y= 0.00 [$_d$,kN,kNm]

Spannungen an den Schweißnähten

σ_{wd} = 132.8 N/mm² Naht oben / unten
σ_{wdV} = 132.8 N/mm² Naht oben / unten

σ_{wd} = 132.8 N/mm² / $\sigma_{w,Rd}$ = 207.8 N/mm² η = 0.64 < 1
τ_{wd} = 0.0 N/mm² / $\tau_{w,Rd}$ = 207.8 N/mm² η = 0.00 < 1
σ_{wdV} = 132.8 N/mm² / $\sigma_{w,Rd}$ = 207.8 N/mm² η = 0.64 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren											
Biegung und Normalkraft											
$F_{w,Ed,N}$	=	10.62	kN/cm	=	8.0	mm(aw) *	132.8	N/mm²			
$F_{w,Rd}$	=	aw	* fvw,d	=	8.0	mm *	207.8	N/mm²			
$F_{w,Ed,N}$	=	10.62	kN/cm	/ $F_{w,Rd}$	=	16.63	kN/cm	η =	0.64	<	1
Kombinierte Beanspruchung											
$F_{w,Ed}$	=	10.62	kN/cm	=	8.0	mm(aw) *	132.8	N/mm²			
$F_{w,Rd}$	=	aw	* fvw,d	=	8.0	mm *	207.8	N/mm²			
$F_{w,Ed}$	=	10.62	kN/cm	/ $F_{w,Rd}$	=	16.63	kN/cm	η =	0.64	<	1

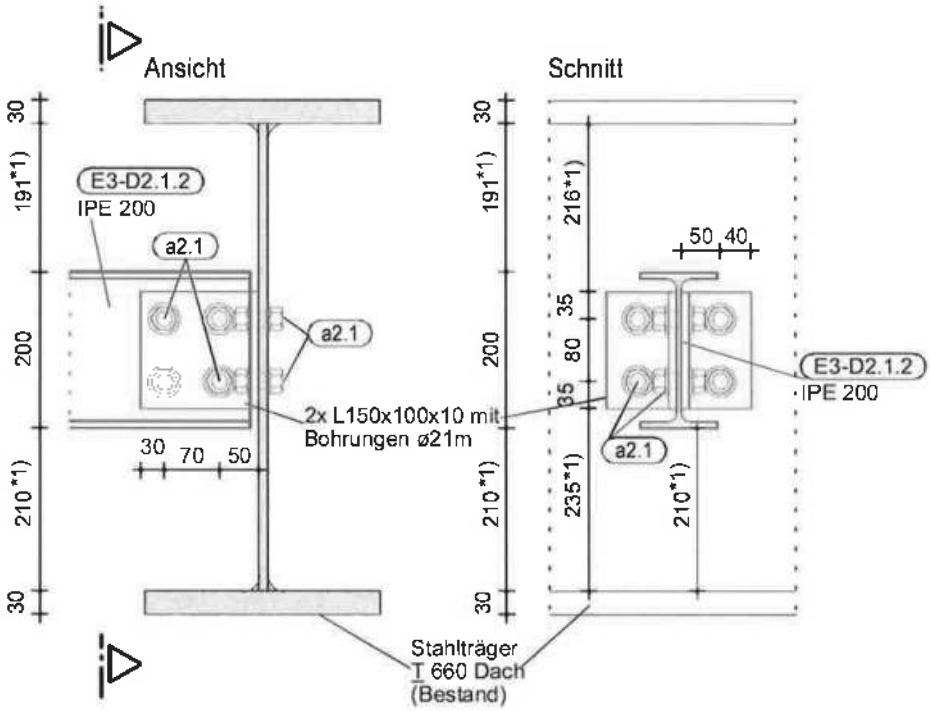
Nachweis des Profils Querschnittsklasse	1

Nachweis nach (6.1)										
σ_d	=	14.0	N/mm²	/ σ_{Rd}	=	215.0	N/mm²	η =	0.07	< 1
τ_d	=	0.0	N/mm²	/ τ_{Rd}	=	124.1	N/mm²	η =	0.00	< 1
σ_{dV}	=	14.0	N/mm²	/ σ_{Rd}	=	215.0	N/mm²	η =	0.07	< 1

an Hauptträger Bestand, Achse B, Pos. 3

$V_{z,d}$= 21,00 kN

Geometrie:

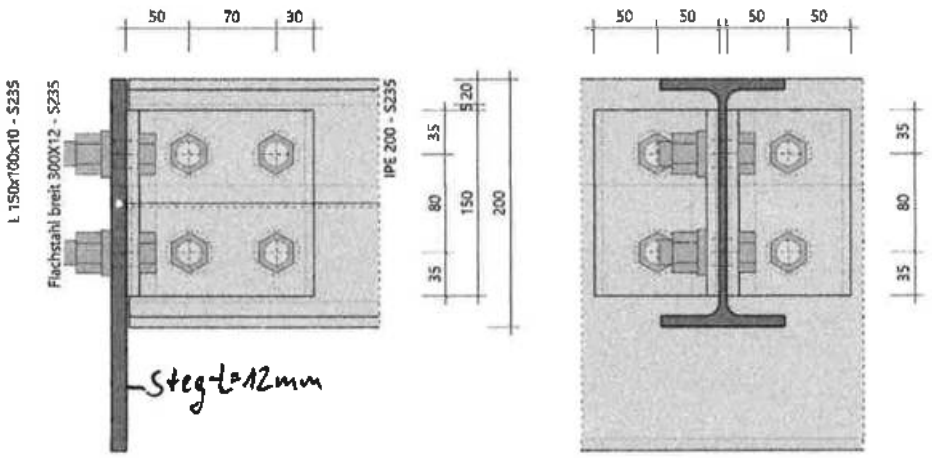


Lasteinleitung durch Winkel, verschraubt

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	bo mm	hsteg mm	to mm	ts mm	r mm	bu mm	tu mm
Hauptträger (Blech)	Flachstahl breit 300X12	300	12			12		12	
Nebenträger	IPE 200	200	100	159	9	6	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	Querschnitt h mm	b mm	ts mm	r mm
L 150x100x10	mittig auf Achse NT	5	an Nebenträger	150	150	100	10	13

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
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	VEd 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 cm²	$M_{yv,d}$ 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	Hauptträger												
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand				
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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 cm²	$M_{yv,d}$ 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	Nebenträger											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ 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	cm²	cm³	cm⁴	kN	mm	kNm	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	
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 angerenzenden Abschnitte lasten auf den neuen Wechselträgern ab.
Diese schließen mit verschraubten Wnkeln an die Haupträger 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 Wechselräger für Oberlicht

1 statisches System: siehe 3
Stützweite zum Nachweis
l= 1,60 m

2 Belastung, sh. Abschn. A1
Eigengewicht
aus geleichterer Dachkonstruktion
Aufbau neu, g_{Da_neu}= 0,70 kN/m³
UHD neu, an Deckenprofilen g_{UHD}=0,50+0,2 = 0,70 kN/m³

Lasteinflussbreite Dachlasten aus angrenzender Dachfläche
e_{1,g_Da}= 1,90/2 = 0,95 m
Linienlast, g_ = $(g_{Da_neu}+g_{UHD})*e_{1,g_Da}$ = **1,33 kN/m**

aus Oberlicht, Annahme G_{OL}= 2,00 kN
in ungünstiger Weise als Linienlast auf Wechselträger angesetzt
g_{OL}= $G_{OL}/(2*l)$ = 0,63 kN/m

Schneelast
einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm
s= 2,04 kN/m²
s_A= 3,40 kN/m²
Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht
$e_{1,s}$= 1,90/2+1,5/2 = 1,70 m
Linienlasten,
s_1= $s* e_{1,s}$ = 3,47 kN/m
s_{1_A}= $s_A* e_{1,s}$ = 5,78 kN/m

Windlast
Winddruck, Bereich I, w_D= 0,17 kN/m²
Windsog, Bereich F, w_S= -1,30 kN/m²
Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht
$e_{1,w}$= 1,90/2+1,5/2 = 1,70 m
Linienlasten
$w_{_D}$= $w_D* e_{1,w}$ = 0,29 kN/m
$w_{_S}$= $w_S* e_{1,w}$ = -2,21 kN/m

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

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

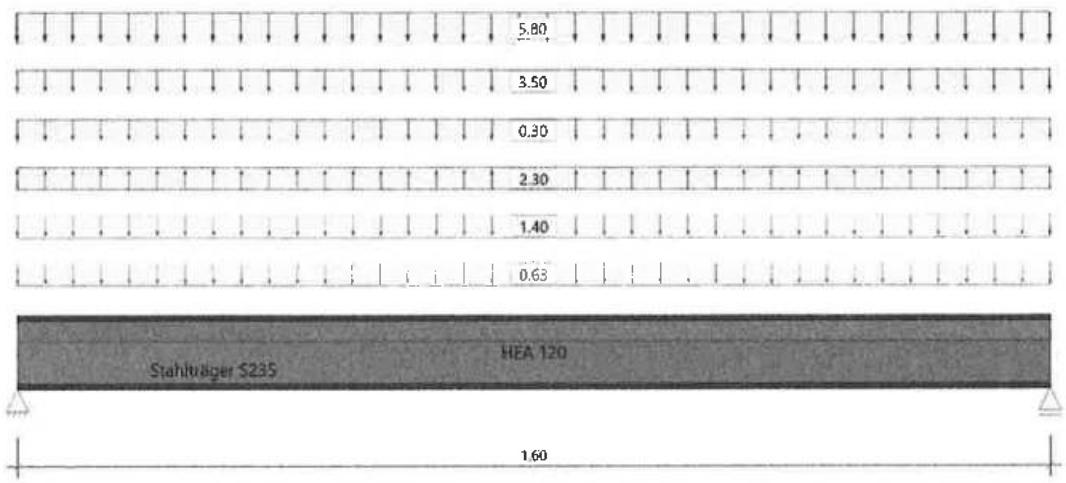
Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

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	1.78	1.78		
		Windlasten	-1.84	0.24		
		Schnee H < 1000 m		2.80		
		außergewöhnliche Einwirkungen	4.64	4.64		
2	1.60	ständig	1.78	1.78		
		Windlasten	-1.84	0.24		
		Schnee H < 1000 m		2.80		
		außergewöhnliche Einwirkungen	4.64	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	6.82			
		Lk 2	-0.98			
2	1.60	Lk 1	6.82			
		Lk 2	-0.98			

E3-D2.2.2 Hauptträger Oberlicht

1 statisches System: siehe 3

Stützweite zum Nachweis

l= 4,30 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*0,5/2 = 0,50 m

aus geleichterer Dachkonstruktion

Aufbau neu, g_{Da_neu}= 0,70 kN/m³

UHD neu, an Deckenprofilen g_{UHD}=0,50+0,2 = 0,70 kN/m³

Linienlast, $g_$ = $(g_{Da_neu}+g_{UHD})*e_{1,g_Da}$ = 0,70 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 kN

Schneelast

einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm

s= 2,04 kN/m²

s_A= 3,40 kN/m²

zum Nachweis Laststreifen mit

$e_{1,s}$= 2*0,5/2 = 0,50 m

Linienlasten,

s_1= $s* e_{1,s}$ = 1,02 kN/m

s_{1_A}= $s_A* e_{1,s}$ = 1,70 kN/m

Einzellast aus Pos. E3-D2.2.1 Wechsel

S_{We}= 2,80 kN

$S_{_A,We}$= 4,64 kN

Windlast

Winddruck, Bereich I, w_D= 0,17 kN/m²

Windsog, Bereich F, w_S= -1,30 kN/m²

zum Nachweis Laststreifen mit

$e_{1,w}$= 2*0,5/2 = 0,50 m

Linienlasten

w_D= $w_D* e_{1,w}$ = 0,09 kN/m

w_S= $w_S* e_{1,w}$ = -0,65 kN/m

Einzellast aus Pos. E3-D2.2.1 Wechsel

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

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

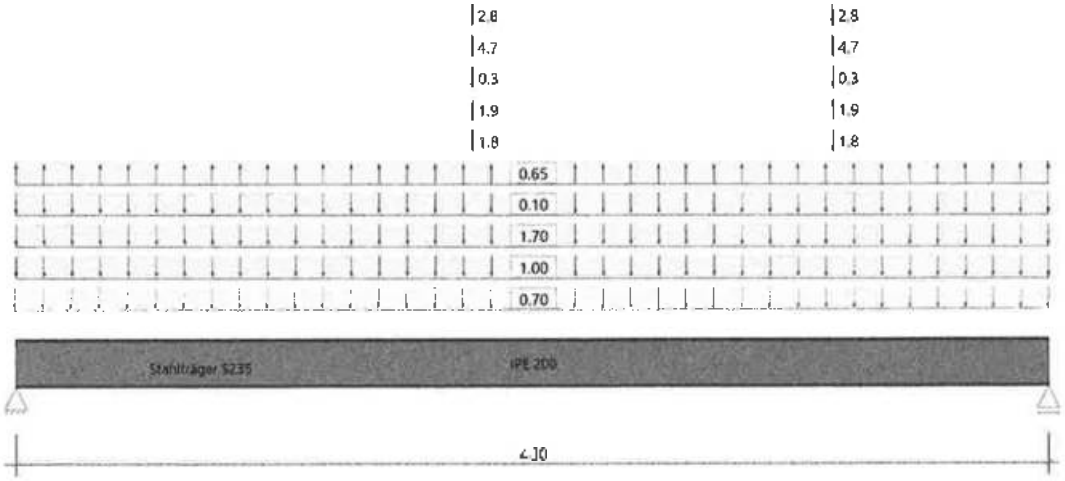
Nutzlast

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	3.37	3.37		
		Windlasten	-2.86	0.45		
		Schnee H < 1000 m		4.30		
		außergewöhnliche Einwirkungen	7.26	7.26		
2	4.30	ständig	4.20	4.20		
		Windlasten	-3.74	0.58		
		Schnee H < 1000 m		5.60		
		außergewöhnliche Einwirkungen	9.45	9.45		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

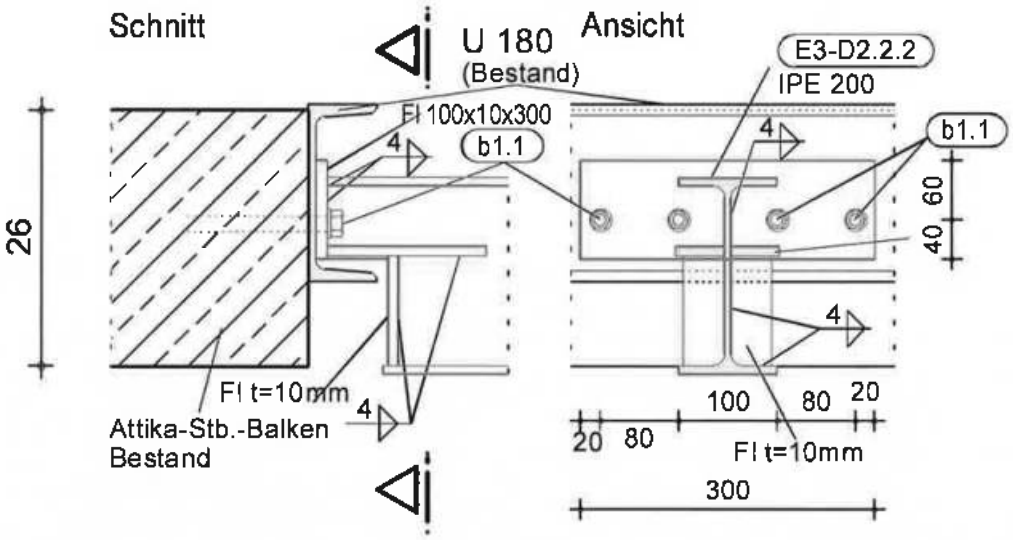
Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	11.39			
		Lk 2	-0.92			
2	4.30	Lk 1	14.60			
		Lk 2	-1.40			

Anschlüsse
an Stb.- Attika im Bestand

Trägerprofil in U- Randprofil führen, Verbolzung mit 4x Verbunbdanker M16
eff. Verankerungstiefe ≥120mm

Geometrie:

Anschluss Oberlichtträger an Attika-Stb.-Balken



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

Beanspruchung für 2x Verbundanker M16

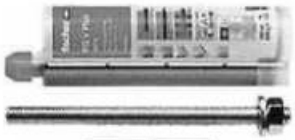
V_{z,d_1}= $V_{z,d}$/ 2 = 5,70 kN

Nachweis mit $V_{z,d}$= 10 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
Rechnerische Verankerungstiefe	120 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-20/0603, Option 1, Erteilungsdatum 13.11.2020

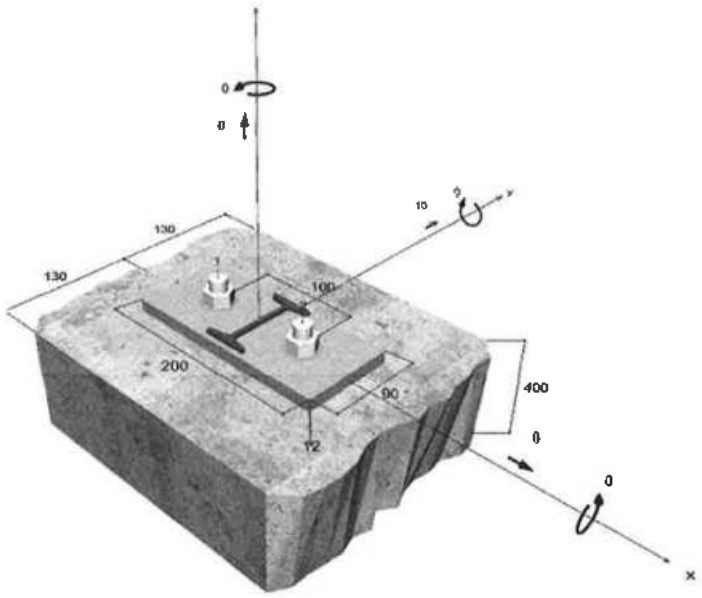


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

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

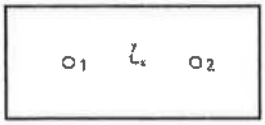
Bemessungslasten *)

#	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 : N/mm²
Resultierende Zugkraft : kN , X/Y Position (/)
Resultierende Druckkraft : kN , X/Y Position (/)

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung βv %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	5,00	35,26	14,2
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	10,00	43,10	23,2
Betonkantenbruch	10,00	16,88	59,2

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

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

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 55{,}00kN = 55{,}00kN$$ Gl. (7.35)/(7.36)

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
55,00	1,56	35,26	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

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

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 32{,}33kN = 64{,}65kN$$ Gl. (7.39c)

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$ Gl. (7.13)

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

$$N^0_{Rk,p} = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1{,}00 \cdot \pi \cdot 16mm \cdot 120mm \cdot 6{,}0N/mm^2 = 36{,}19kN$$ Gl. (7.14)

$$\Psi_{sus} = 1{,}00$$ Gl. (7.14a)

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

$$s_{cr,Np} = min\left(7{,}3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr}\right)^{0{,}5};\ 3 \cdot h_{ef}\right)$$ Gl. (7.16)

Gl. (7.16)

$$\Psi_{s,Np} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{130mm}{180mm} = 0{,}917 \leq 1$$ Gl. (7.20)

$$\Psi_{g,Np} = \Psi^0_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^0_{g,Np} - 1\right)$$ Gl. (7.17)

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

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1\right) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1{,}5}$$ Gl. (7.18)

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

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d}\sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{7{,}7}{3{,}14 \cdot 16mm}\sqrt{120mm \cdot 20{,}0N/mm^2} = 7{,}5N/mm^2$$ Gl. (7.19)

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1+\frac{2c_a}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Np1} \cdot \Psi_{ec,Np2} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.21)

$$\Psi_{re,Np} = 1{,}000$$ Gl. (7.8)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
64,66	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

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

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

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

$$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1{,}5}$$ Gl. (7.41)

$$V^0_{Rk,c} = 1{,}7 \cdot \left(16mm\right)^{0{,}006} \cdot \left(120mm\right)^{0{,}066} \cdot \sqrt{20{,}0N/mm^2} \cdot \left(130mm\right)^{1{,}5} = 20{,}15kN$$

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

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

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

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

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1+\frac{2 \cdot e_a}{3 \cdot c_1}} = \frac{1}{1+\frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 130mm}} = 1{,}000 \leq 1$$ 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

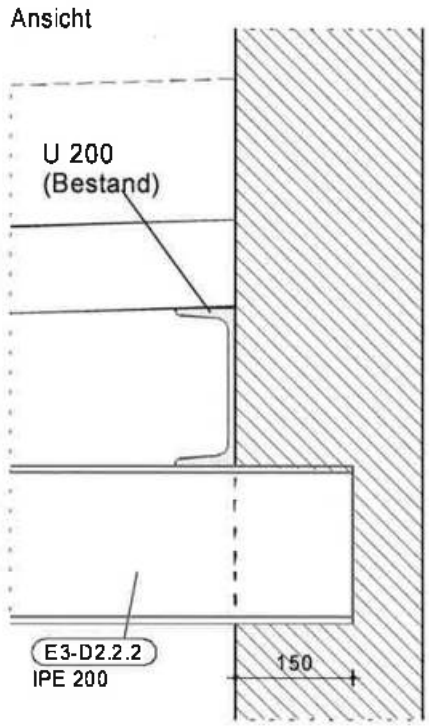
Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	59,2	1	$\beta_{V,c;1}$

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

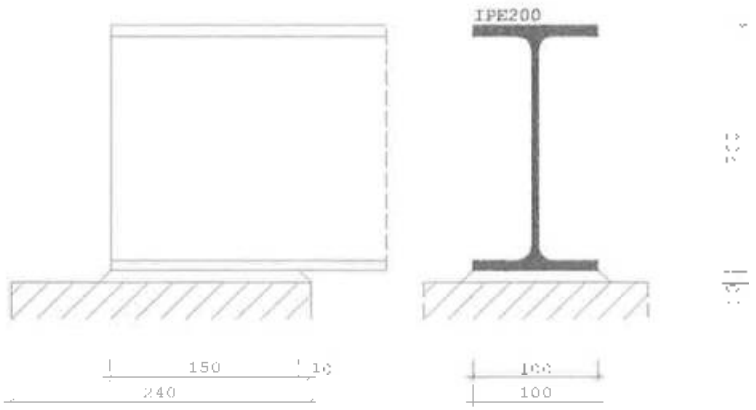
$$\beta_V = \beta_{V,c;1} = 0{,}59 \leq 1$$ **Nachweis erfolgreich**

- an Bestandwand Achse C'

Geometrie:



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



Träger auf Wand : Auflagerkraft Fd =										
Norm	DIN EN 1993									
Träger	: IPE200									
Stahl	5235	f_{yk}	=	235.0	N/mm²	f_{uk}	=	360.0	N/mm²	γ_{M0} = 1.00
		$f_{vw,d}$	=	207.8	N/mm²	β_w	=	0.80		γ_{M2} = 1.25
Mauerwerk	: Mz-12-1,6-MG II					f_y	=	5.40	N/mm²	
Auflager	: Mörtelfuge	150	/	100	/	10	mm			

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

Mittragende Längen	Leff =	185.9	mm, tw =	5.6	mm	
Grenzkraft	FRd=tw*Leff*fyk/1,1		=	222.43	kN	
Nachweis	Fd / FRd		=	20.00	kN /	222.43 kN
					η_2 =	0.09 < 1

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

Schnittgrößen	NEd	=	0.00	kN			
	VEd	=	20.00	kN			
	MEd	=	0.00	kNm			
Querschnittsklasse	1						
Nachweis	M_{Ed}	=	0.0	kNm /	$M_{pl,Rd}$	=	52.0 kNm
					η_1 =		0.00 < 1
Nachweis	V_{Ed}	=	20.0	kN /	$V_{pl,Rd}$	=	189.9 kN
					η =		0.11 < 1
Nachweis	N_{Ed}	=	0.0	kN /	$N_{pl,Rd}$	=	669.4 kN
					η =		0.00 < 1

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

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

Nachweis der Flanschbiegung

Moment am Beginn der Ausrundung			M_{Ed}	=	0.8	kNcm	
plast. Grenzmoment Flansch			$M_{pl,Rd}$	=	4.2	kNcm	
Nachweis	M_{Ed}	=	0.8	kNcm /	$M_{pl,Rd}$	=	4.2 kNcm
					η =		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 cm / 2 -	1.0 cm -	15.0 cm / 2	=	3.5 cm				
Erhöhungsfaktor auf Widerstandsseite					1.35				
Nachweis	Fd / FRd			=	20.00	kN /	84.32 kN		
						η =	0.24 < 1		

max η = 0.24 <= 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 angerenzenden Abschnitte lasten auf den neuen Wechselträgern ab.
Diese schließen mit verschraubten Winkeln an die Haupträger an. Zur Aufnahme des OL einschl. Aufsatzrahmen dient ein hölzerner Grundrost. Die Hauptträger schließen an die Deckenträger im Bestand an.

E3-D2.3.1 Wechselräger für Oberlicht

1 statisches System: siehe 3
Stützweite zum Nachweis
l= 1,60 m

2 Belastung, sh. Abschn. A1

Eigengewicht
aus geleichterter Dachkonstruktion
Aufbau neu, g_{Da_neu}= 0,70 kN/m³
UHD neu, an Deckenprofilen g_{UHD}=0,50+0,2 = 0,70 kN/m³

Lasteinflussbreite Dachlasten aus angrenzender Dachfläche
e_{1,g_Da}= 4,10/2 = 2,05 m
Linienlast, g_ = $(g_{Da_neu}+g_{UHD})*e_{1,g_Da}$ = **2,87 kN/m**

aus Oberlicht, Annahme G_{OL}= 2,00 kN
in ungünstiger Weise als Linienlast auf Wechselträger angesetzt
g_{OL}= $G_{OL}/(2*l)$ = 0,63 kN/m

Schneelast
einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm
s= 2,04 kN/m²
s_A= 3,40 kN/m²
Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht
$e_{1,s}$= 4,10/2+1,5/2 = 2,80 m
Linienlasten,
s_1= $s* e_{1,s}$ = **5,71 kN/m**
s_{1_A}= $s_A* e_{1,s}$ = **9,52 kN/m**

Windlast
Winddruck, Bereich I, w_D= 0,17 kN/m²
Windsog, Bereich F, w_S= -1,30 kN/m²
Lasteinflussbreite aus angrenzender Dachfläche, Oberlicht
$e_{1,w}$= 4,10/2+1,5/2 = 2,80 m
Linienlasten
$w_{_D}$= $w_D* e_{1,w}$ = 0,48 kN/m
$w_{_S}$= $w_S* e_{1,w}$ = -3,64 kN/m

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

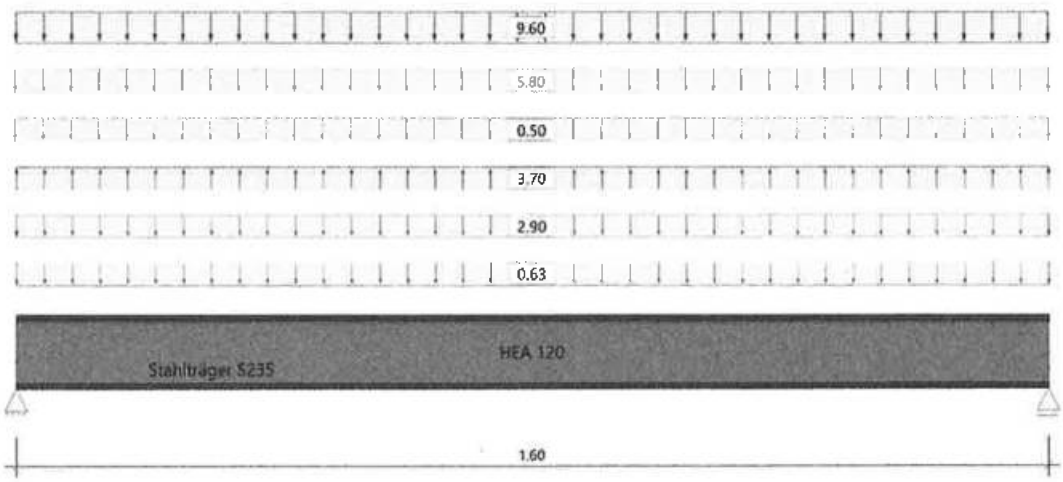
3 Nachweise
- mit HEA 120

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

	E_k	=	210000	N/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ	=	78.50	kN/m³	μ =	0.30
					β_W =	0.80
Streckgrenze	t ≤		40	mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤		40	mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 120	606	231	106	38	25.3
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	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 - Dreieckslast (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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

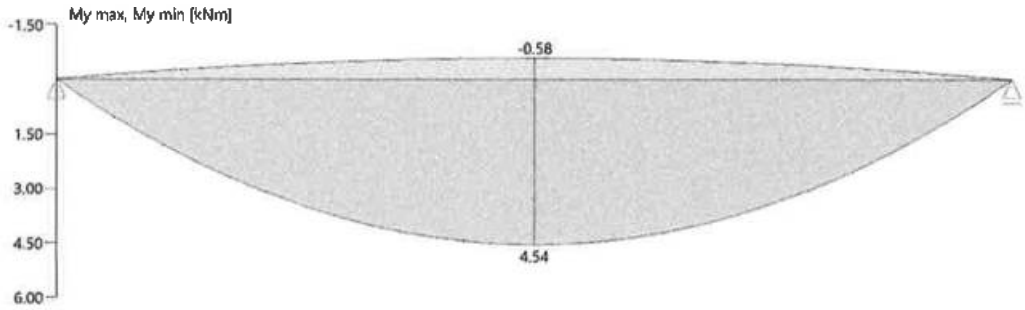
Zusammenfassung

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

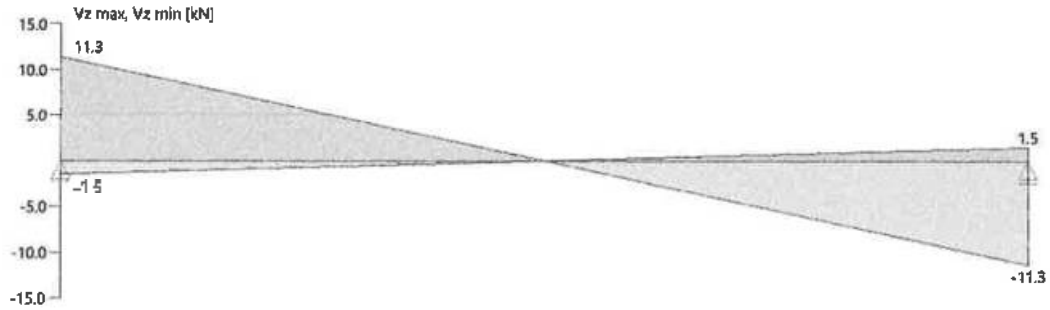
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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	11.3	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]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
0.80	1	0.0	4.54	6.54	0.18	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

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

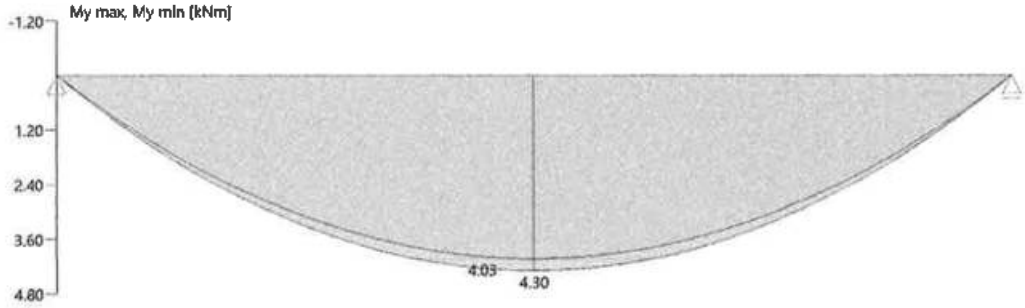
$M_{y,Ed}$	=	4.54 kNm
M_{cr}	=	518.54 kNm
λ_{lt}	=	0.23
χ_{lt}	=	1.00
$M_{y,Rk}$	=	28.16 kNm
γ_{M1}	=	1.10

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

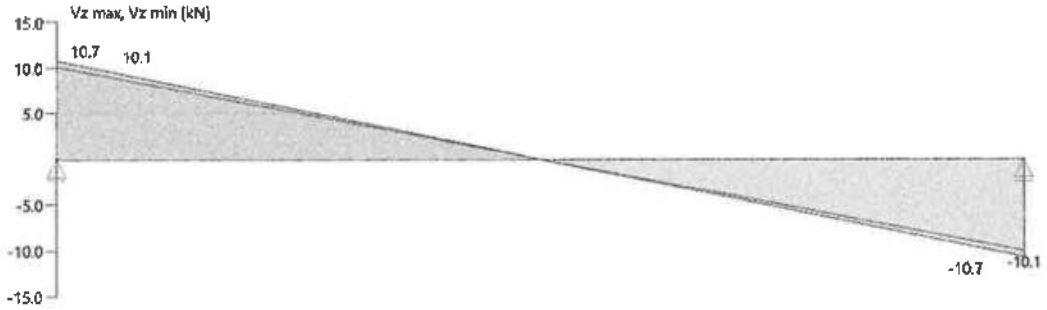
Tragsicherheit - Lastkombination außergewöhnlich

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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]	Gl	η	Lfk
0.80	1	0.0	4.30	6.54	0.15	3

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

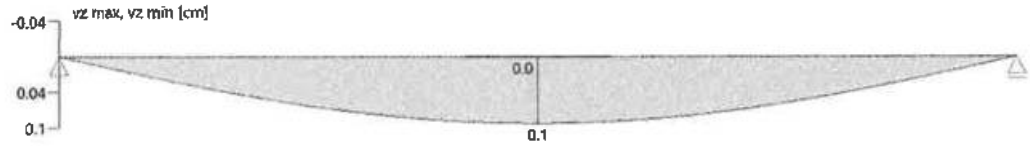
$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) =$ **0.15**

$M_{y,Ed}$	=	4.30 kNm
M_{cr}	=	518.26 kNm
λ_{lt}	=	0.23
χ_{lt}	=	1.00
$M_{y,Rk}$	=	28.16 kNm
γ_{M1}	=	1.00

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)
$f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
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	2.98	2.98		
		Windlasten	-2.96	0.40		
		Schnee H < 1000 m		4.64		
		außergewöhnliche Einwirkungen	7.68	7.68		
2	1.60	ständig	2.98	2.98		
		Windlasten	-2.96	0.40		
		Schnee H < 1000 m		4.64		
		außergewöhnliche Einwirkungen	7.68	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	11.35			
		Lk 2	-1.46			
2	1.60	Lk 1	11.35			
		Lk 2	-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 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*0,5/2 = 0,50 m

aus geleichterer Dachkonstruktion

Aufbau neu, g_{Da_neu}= 0,70 kN/m³

UHD neu, an Deckenprofilen g_{UHD}=0,50+0,2 = 0,70 kN/m³

Linienlast, g_ = $(g_{Da_neu}+g_{UHD})*e_{1,g_Da}$ = 0,70 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 kN

aus Wechsel 2, im Verhältnis der Lasteinzugsbreiten ermittelt

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

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

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

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

aus Lüftungsgerät über Dach, mit Ablastung auf Hauptträgern

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

Aufstandslänge je Träger, l_1= 3,50 m

Linienlast je Trägerprofil, $g_{Lü}$= $G_{Lü}/ (2* l_1)$ = 2,14 kN/m

Schneelast

einschl. Schneeansammlung vor Wänden Bühnenturm

s= 2,04 kN/m²

s_A= 3,40 kN/m²

zum Nachweis Laststreifen mit

$e_{1,s}$= 2*0,5/2 = 0,50 m

Linienlasten,

s_1= $s* e_{1,s}$ = 1,02 kN/m

s_{1_A}= $s_A* e_{1,s}$ = 1,70 kN/m

Einzellast aus Pos. E3-D2.3.1 Wechsel 1

S_{We_1}= 4,64 kN

$S_{_A,We_1}$= 7,68 kN

aus Wechsel 2

S_{We_2}= $S_{We_1}* x$ = 0,46 kN

$S_{_A,We_2}$= $S_{_A,We_1}* x$ = 0,77 kN

Windlast

Winddruck, Bereich I, w_D= 0,17 kN/m²
Windsog, Bereich F, w_S= -1,30 kN/m²
zum Nachweis Laststreifen mit
$e_{1,w}$= 2*0,5/2 = 0,50 m
Linienlasten
$w_{_D}$= w_D* $e_{1,w}$ = 0,09 kN/m
$w_{_S}$= w_S* $e_{1,w}$ = -0,65 kN/m

Einzellast aus Pos. E3-D2.3.1 Wechsel 1
W_{D,We_1}= 0,40 kN
W_{S,We_1}= -2,96 kN
aus Wechsel 2
W_{D,We_2}= W_{D,We_1}* x = 0,04 kN
W_{S,We_2}= W_{S,We_1}* x = -0,30 kN

Nutzlast

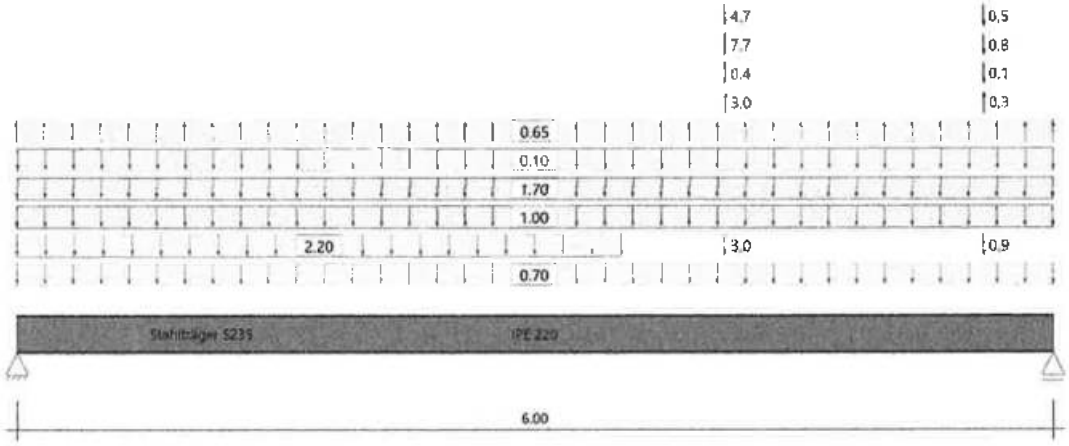
Dachfläche wird nur zu Inspektions- und Reparaturmaßnahmen begangen, hier nicht maßgebend

3 Nachweise:

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

	E_k =	210000 N/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ =	78.50 kN/m³	μ =	0.30
			βw =	0.80
Streckgrenze	t ≤	40 mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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 *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [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 - Dreieckslast (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	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)		:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten		:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung		:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach		:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =		5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =		Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =		Felder l_{eff}/ 300

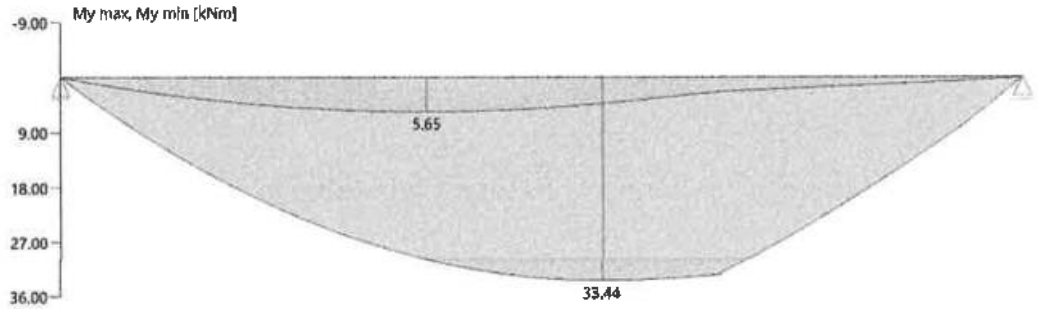
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.50	0.69	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.44	0.56	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.76

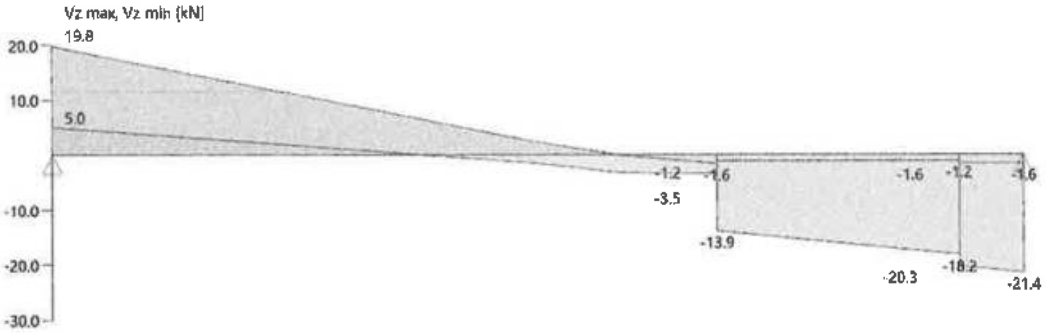
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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**

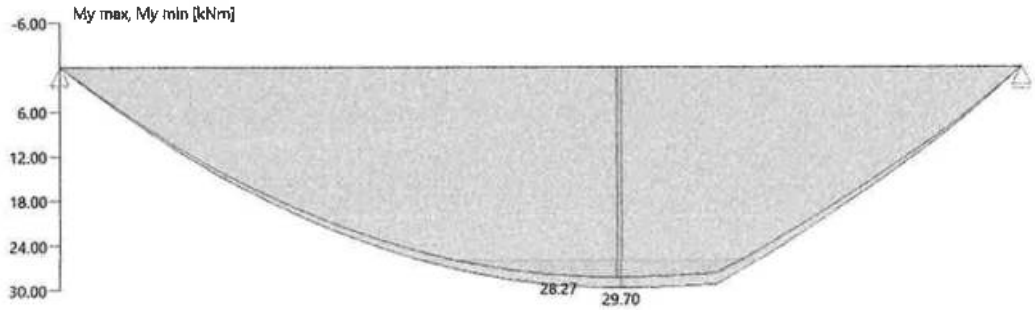
$M_{y,Ed}$	=	33.44 kNm
M_{cr}	=	92.55 kNm
λ_{lt}	=	0.85
χ_{lt}	=	0.79
$M_{y,Rk}$	=	67.24 kNm
γ_{M1}	=	1.10

Nachweis für Lk 1 bei x = 3.40 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

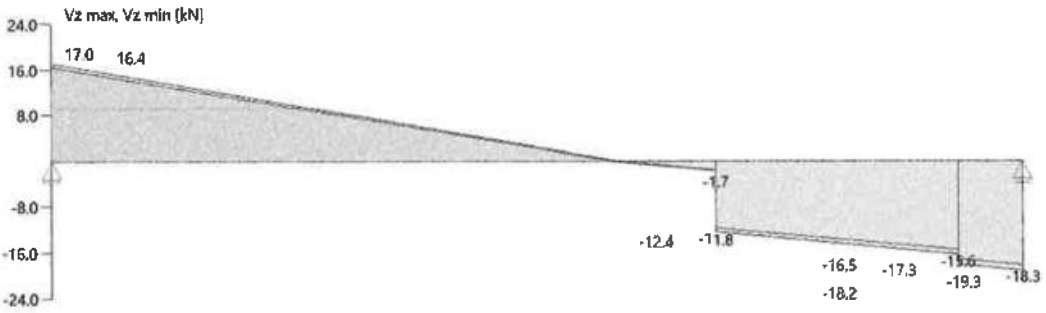
Tragsicherheit - Lastkombination außergewöhnlich

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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	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]	Gl	η	Lfk
3.50	1	0.0	29.70	6.54	0.56	3

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

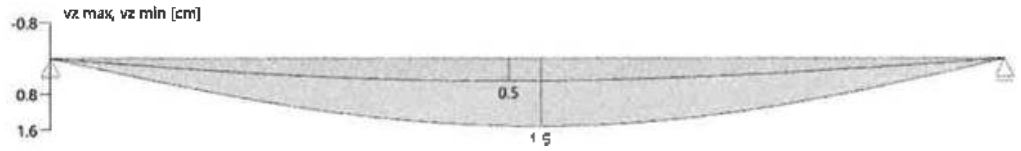
$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd})$ = **0.56**

$M_{y,Ed}$	=	29.70 kNm
M_{cr}	=	92.00 kNm
λ_{lt}	=	0.85
χ_{lt}	=	0.79
$M_{y,Rk}$	=	67.24 kNm
γ_{M1}	=	1.00

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 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)
$f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
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	9.35	9.35		
		Windlasten	-2.92	0.43		
		Schnee H < 1000 m		4.52		
		außergewöhnliche Einwirkungen	7.59	7.59		
2	6.00	ständig	8.02	8.02		
		Windlasten	-4.28	0.67		
		Schnee H < 1000 m		6.68		
		außergewöhnliche Einwirkungen	11.11	11.11		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

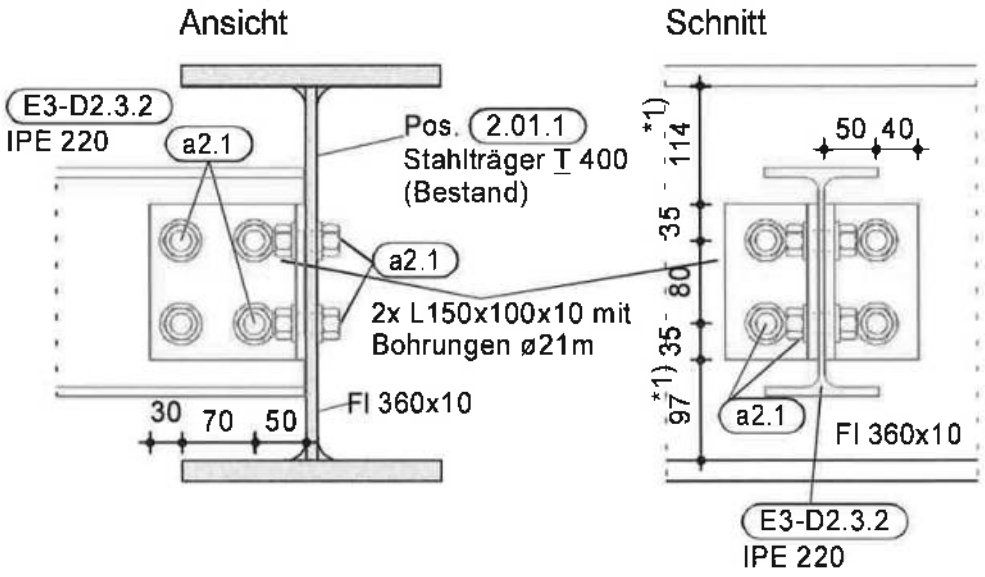
Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	19.80			
		Lk 2	4.97			
2	6.00	Lk 1	21.45			
		Lk 2	1.60			

Anschlüsse:
an Deckenträger im Bestand, Pos. 2.01.1

$V_{z,d}$= 21,45 kN

Nachweis mit $V_{z,d}$= 35 kN

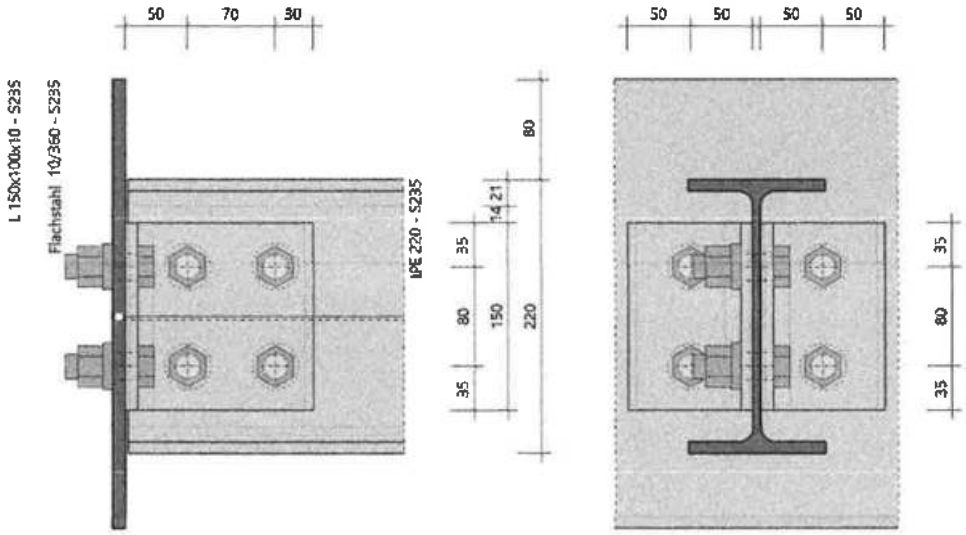
Geometrie:



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	bo mm	hsteg mm	to mm	ts mm	r mm	bu mm	tu 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	Querschnitt h mm	b mm	ts mm	r mm
L 150x100x10	mittig auf Achse NT	14	an Nebenträger	150	150	100	10	13

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		
$e_{2,1}$ mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	p_1 mm	$e_{1,2}$ 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		
$e_{2,1}$ mm	p_2 mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	p_1 mm	$e_{1,2}$ 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	$M_{yv,d}$ 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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	$M_{yv,d}$ 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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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_a kN	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	η
20.8	0.60	94.1	0.22

Blockversagen

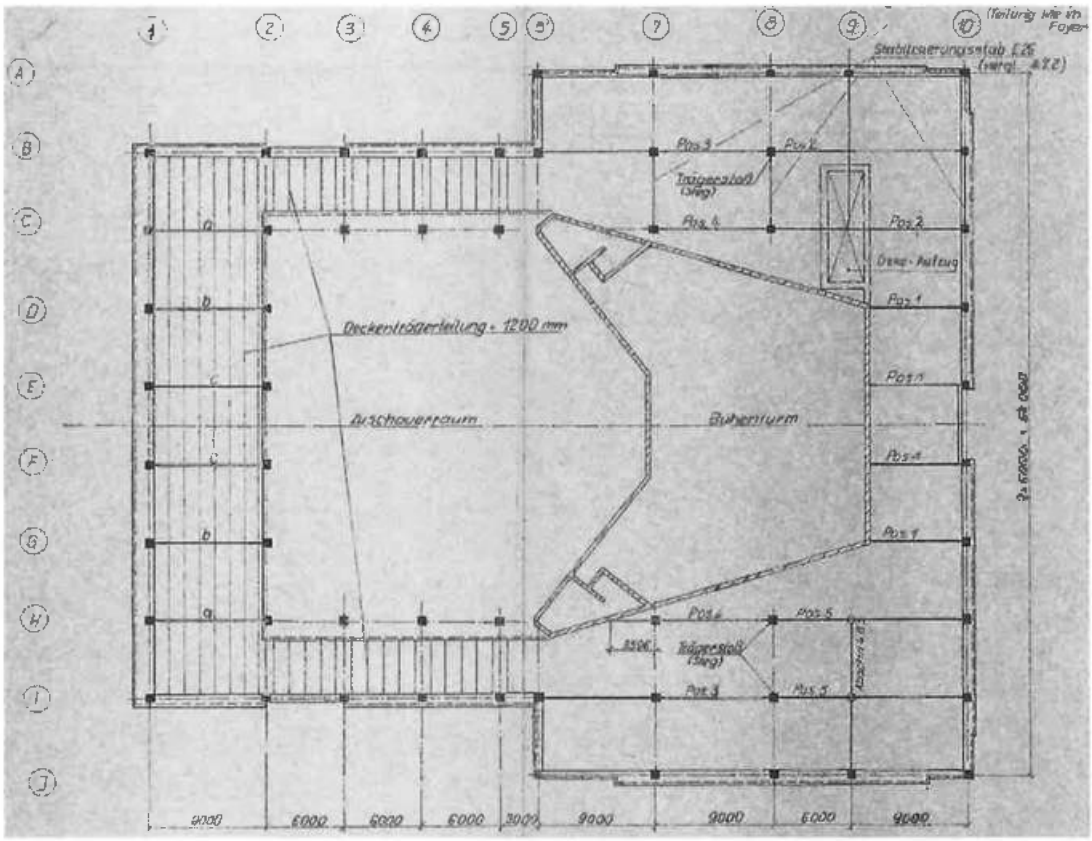
Bauteil	A_{nv} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ kN	η
Nebenträger	6.9	5.0	165.9	0.21
Winkel	8.2	6.7	207.7	0.08

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

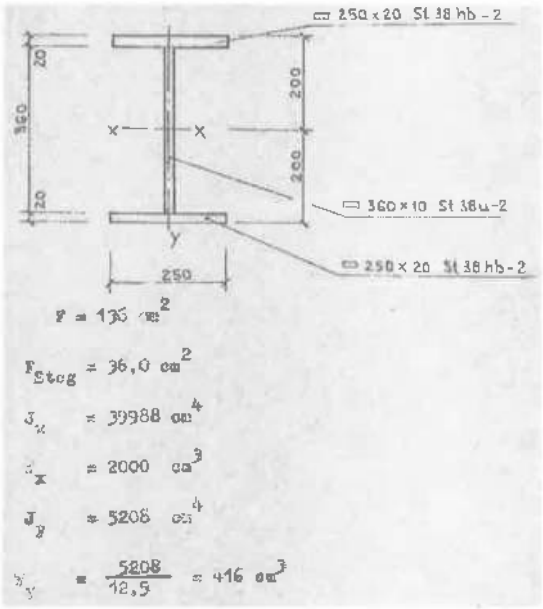
Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h mm	b mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,v}$ N/mm²	η
150	10	15.0	28.1	281.3	17.5	85	-1.49	235.0	135.7	-39.7	17.5	39.7	0.17

2.01 Dachträger Doppel-T-Trägern b/h=250/400mm t_F=20mm t_{St}=10mm

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=250/400mm t_F=20mm t_{St}=10mm 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/m²
Dachaufbau g_2 =	1,51 kN/m²
Trapezblech g_3 =	0,25 kN/m²
Unterdecke g_4 =	0,50 kN/m²

Dachflächenlasten gemäß Bestandsstatik 1973 für Dach über Ebene 3 (Seite B 219 bis B 221):
Eigenlast g_{Da} = $g_1 + g_2 + g_3 + g_4$ = 2,75 kN/m²
Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:
Schneelast für Schneegebiet $s_{0,II}$ = 0,70 kN/m²
Schneeanhäufung am Zuschauerraum in einem Keil von 9m Länge nach TGL 20167, Blatt 1, Abs. 5:
Schneelast für nächst niedrigeres Schneegebiet I $s_{0,I}$ = 0,50 kN/m²

Wert der Schneeanhäufung (c gemittelt) s_A = $s_{0,I}$ * 2,3 = 1,15 kN/m²

Lastsummation q = $g_{Da} + s_A$ = 3,90 kN/m²

Max. Endauflagerkraft Dachträger (gemäß Bestandsstatik 1973 Seite B 224):
A_{max} = 105,30 kN

Max. Mittelauflagerkraft Dachträger (gemäß Bestandsstatik 1973 Seite B 242):
B_{max} = 263,30 kN

Max. Feldmoment Dachträger (gemäß Bestandsstatik 1973 Seite B 224):
$M_{F,max}$ = 236,92 kNm

Max. Mittelauflagerkraft Dachträger (gemäß Bestandsstatik 1973 Seite B 242):
$M_{B,max}$ = 236,92 kNm

Widerstandsmoment W_{el} = 2000 cm³
Trägheitsmoment I = 39988 cm4
E-Modul Stahl E = 21000 kN/cm²

Biegespannung:
zulässige Stahlbiegespannung zulσ = 16 kN/cm²
σ = 10^2*MAX($M_{F,max}$; $M_{B,max}$) / W_{el} = 11,846 kN/cm²
σ / zulσ = **0,74 < 1**

Durchbiegung näherungsweise am Einfeldträger für Gesamtlast von 2x A_{max}:
Stützweite L = 9,00 m

zulässige Durchbiegung zulf = $\frac{10^2 * L}{300}$ = 3,000 cm

f= $\frac{5}{384} * (2 * A_{max}) * \frac{\left(10^2 * L\right)^3}{E * I}$ = 2,381 cm

$\frac{f}{zulf}$ = **0,79 < 1**

2.01.1 Dachträger Achse E/9-10

Doppel-T-Trägern b/h=250/400mm tF=20mm tSt=10mm
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/m²
Dachaufbau g_2 =	1,51 kN/m²
Trapezblech g_3 =	0,25 kN/m²
Unterdecke g_4 =	0,50 kN/m²

Dachflächenlasten gemäß Bestandsstatik 1973 für Dach über Ebene 3 (Seite B 219 bis B 221):

Eigenlast g_{Da} = $g_1 + g_2 + g_3 + g_4$ = **2,75 kN/m²**

Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:

Schneelast für Schneegebiet $s_{0,II}$ = 0,70 kN/m²

Schneeanhäufung am Zuschauerraum in einem Keil von 9m Länge nach TGL 20167, Blatt 1, Abs. 5:

Schneelast für nächst niedrigeres Schneegebiet I $s_{0,I}$ = 0,50 kN/m²

Wert der Schneeanhäufung (c gemittelt) s_A = $s_{0,I}$ * 2,3 = **1,15 kN/m²**

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

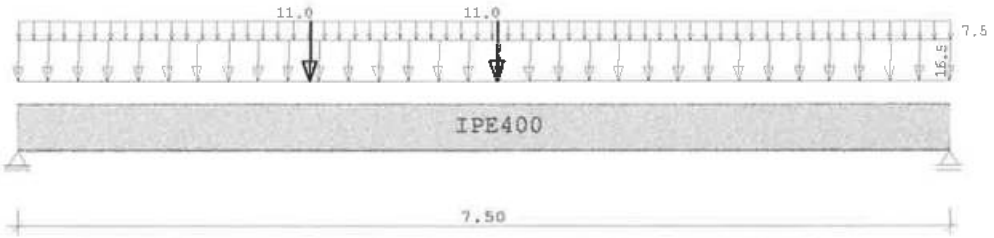
zum Nachweis wird in ungünstiger Weise die gesamte Eigenlast aus dem Lüftungsgerät auf den Träger angesetzt
je Trägeranschluss E3.D2.3.2

$G_{Lü}$= 15/2 = 7,50 kN

Zuschlag für neue Stahlkonstruktion (Ragmen für Lüftungsgerät, Träger zur Aufnahme Oberlicht

G_1= 3,50 kN

3 Schnittgrößen:



Stahlträger S 235 DIN 18800:1981-03
E-Modul E =210000 N/mm2

System	Länge		Querschnittswerte				
Feld	L (m)		QNr.	I (cm4)	Wo (cm3)	Wu (cm3)	
1	7.500	konstant	1	23130.0	1160.0	1160.0	IPE400

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

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

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)

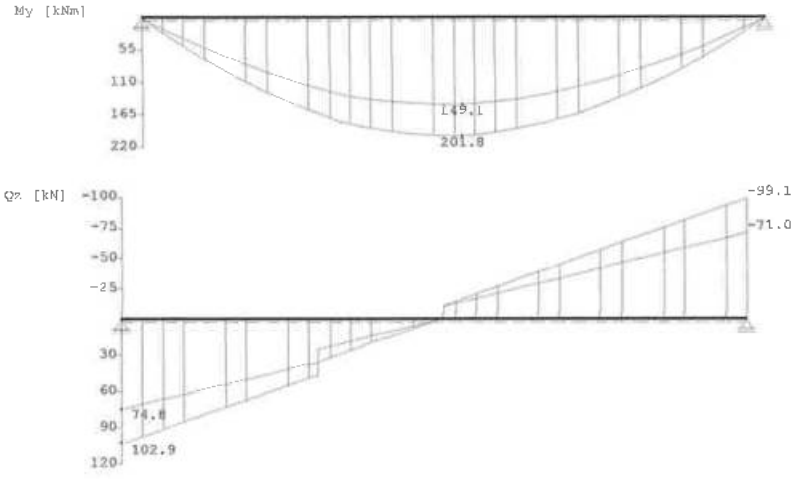
Feld			Mf	M li	M re	Q li	Q re	komb
1	x0 =	3.829	201.83	0.00	0.00	102.91	-99.09	2

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

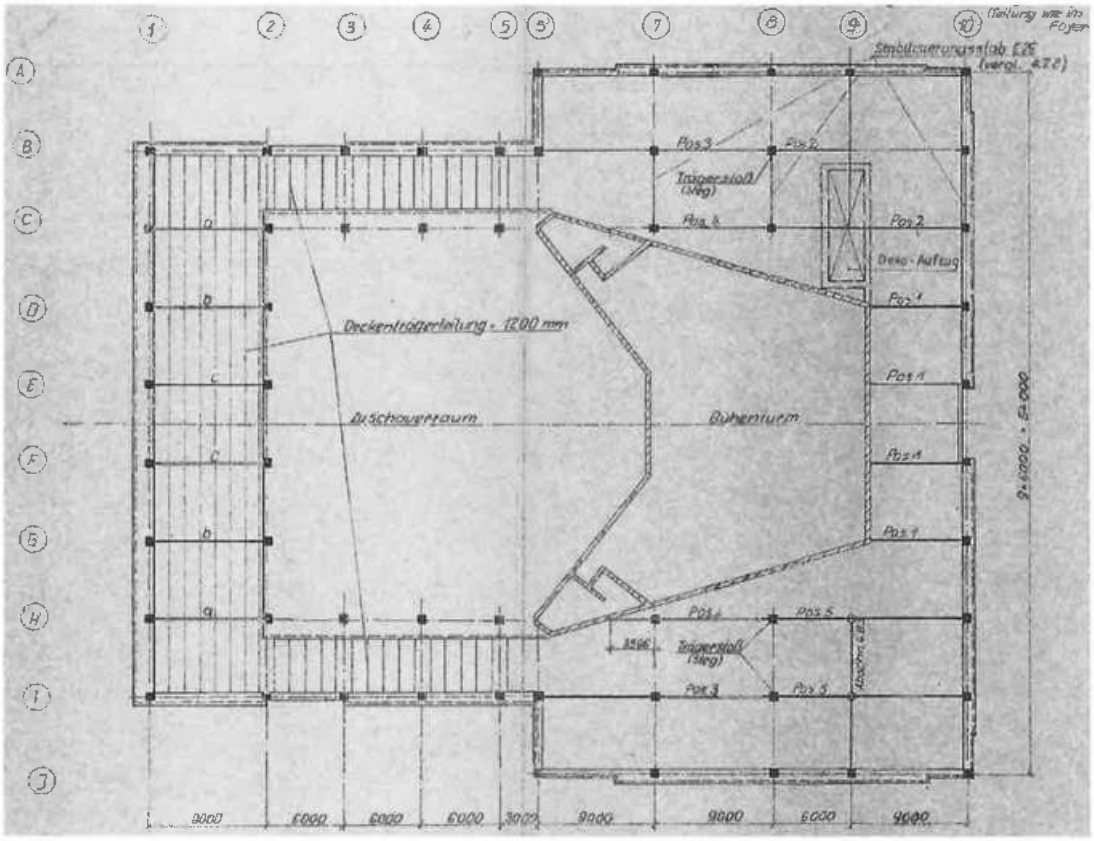
M_k=			236,90 kNm
V_k=	210,6/2	=	105,30 kN

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 ø159x6,0mm

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 ø159x6,0mm 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 kN

Eigenlast der Stahlstütze aus Rohr ø159x6,0mm einschl. Kopf- und Fußplatten:
geschätzte Stützeneigenlast G_{St} = 3,30 kN

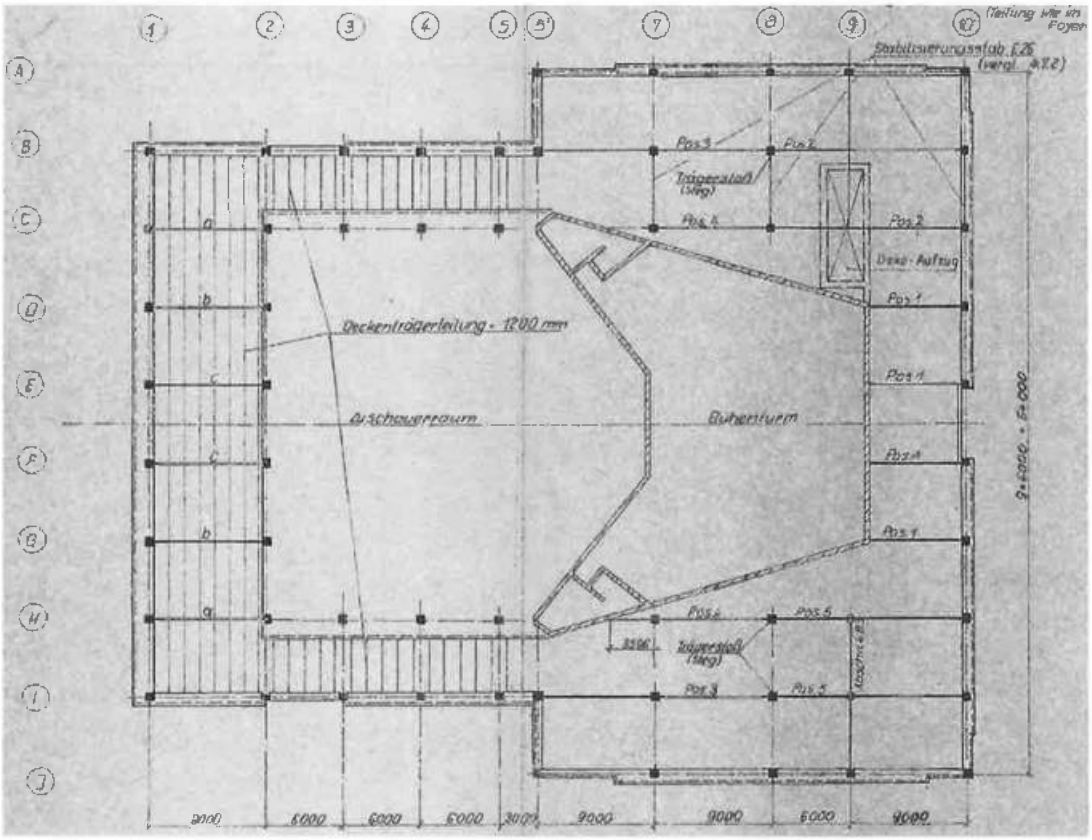
Maßgebende Gesamtstützenlast in Achse 9/I
Normalkraft N = $B_{max} + G_{St}$ = 230,00 kN

Knicklänge L_{Knick} =	3,60 m		
Trägheitsradius i_{min} =	5,41 cm		
Querschnittsfläche A =	28,8 cm²		
E-Modul Stahl E =	21000 kN/cm²		
λ =	$10^2 * L_{Knick} / i_{min}$	=	66,543
⇒ Knickzahl ω =			1,25

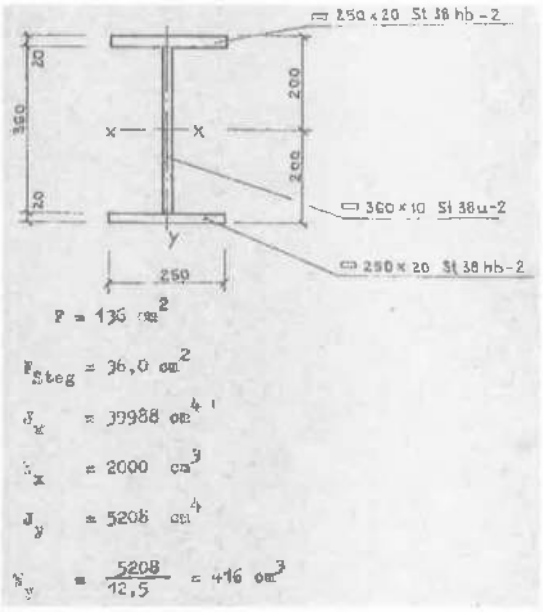
Knickspannung:
zulässige Stahlknickspannung $zul\sigma_{knick}$ = 14 kN/cm²
σ_{knick} = $\omega * N / A$ = 9,98 kN/cm²
$\sigma_{knick} / zul\sigma_{knick}$ = **0,71 < 1**

2.03 Dachträger Doppel-T-Trägern b/h=250/400mm t_F=20mm t_{St}=10mm

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=250/400mm t_F=20mm t_{St}=10mm 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/m²
Dachaufbau g_2 =	1,51 kN/m²
Trapezblech g_3 =	0,25 kN/m²
Unterdecke g_4 =	0,50 kN/m²

Dachflächenlasten gemäß Bestandsstatik 1973 für Dach über Ebene 3 (Seite B 219 bis B 221):
Eigenlast g_{Da} = $g_1 + g_2 + g_3 + g_4$ = 2,75 kN/m²
Schneelast nach TGL 20167, Blatt 1, Abschnitt 5:
Schneelast für Schneegebiet $s_{0,II}$ = 0,70 kN/m²
Schneeanhäufung am Zuschauerraum in einem Keil von 9m Länge nach TGL 20167, Blatt 1, Abs. 5:
Schneelast für nächst niedrigeres Schneegebiet I $s_{0,I}$ = 0,50 kN/m²

Wert der Schneeanhäufung (c gemittelt) s_A = $s_{0,I}$ * 2,3 = 1,15 kN/m²

Lastsummation q = $g_{Da} + s_A$ = 3,90 kN/m²

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 T 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=12,6m.

Lastzusammenstellung:

- Eigenlasten aus Dach:

Dachaufbau (Trägeranfang) bis B3,0m:	2,75*3,00	=	8,25 kN/m
Dachaufbau (Trägerende) bis B4,75m:	2,75*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 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 kN**

- Schneelasten auf Dach:

Schneeanhäufung (Trägeranfang) bis B3,0m:	1,15*3,00	=	3,45 kN/m
Schneeanhäufung (Trägerende) bis B4,75m:	1,15*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 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 kN**

Bestand: **T400 L= 12600mm**
St 37

Position: Steg_DachT2.03.1_Stabi

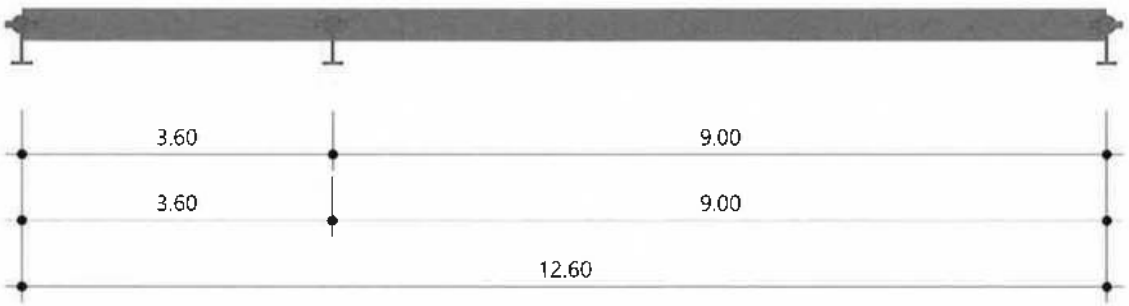
Biegetorsionstheorie (x64) BTII+ 02/2024 (FRILO R-2024-2/P03)

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 [cm⁴]	I_z [cm⁴]	I_t [cm⁴]	I_w [cm⁶]	max$_w$ [cm²]	A [cm²]
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 y_O [mm]	O-Punkt z_O [mm]	S-Punkt y_S [mm]	S-Punkt z_S [mm]	M-Punkt y_M [mm]	M-Punkt z_M [mm]	Verwölbung ω [cm²]
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
		y_O [mm]	z_O [mm]	y_S [mm]	z_S [mm]	y_M [mm]	z_M [mm]	ω [cm²]
	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*) v [kN/m]	w [kN/m]	Abstände 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*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	Verwölbung*) $\Omega_{y,z}$ [kNm³]
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]	$M_{\omega,Ed}$ [kNcm²]
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 γ_{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	0.08	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 γ_{M1} = 1,1.Es sind keine weiteren Stabilitätsnachweise nötig (siehe DIN EN 1993-1-1, 5.2.2(7)a).

2.03.2 Dachträger T 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: **T400 L= 12600mm**
St 37

Position: Steg_DachT2.03.2_Stabi

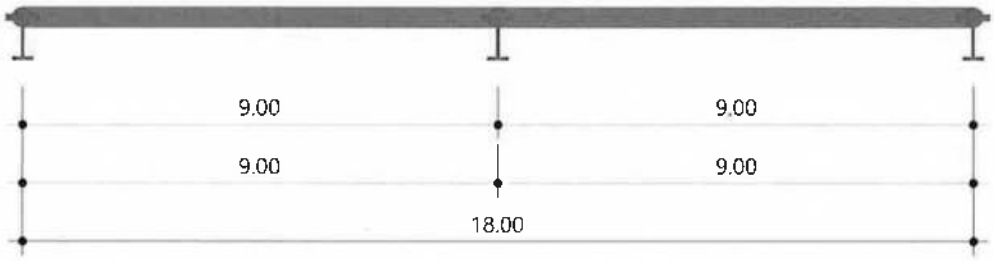
Biegetorsionstheorie (x64) BTII+ 02/2024 (FRILO R-2024-2/P03)

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	δ_{lim} =	1.5	cm
Nachweis Absolutverformung in z mit	δ_{lim} =	2.5	cm

System

Maßstab 1 : 125



Stabzug

Gesamtlänge = 18.00 m
Material S235

Querschnitte

Statische Werte

Nr	Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	I_t [cm⁴]	I_w [cm⁶]	max_w [cm²]	A [cm²]
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 y_o [mm]	O-Punkt z_o [mm]	S-Punkt y_s [mm]	S-Punkt z_s [mm]	M-Punkt y_M [mm]	M-Punkt z_M [mm]	Verwölbung ω [cm²]
1	1	-125	-200	-125	-200	-125	-200	-237.5
Doppel-T400	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

System: 2 Abschnitte, Gesamtlänge = 18.00 m

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

Auflager

Lagerbedingungen - Verschiebung

Nr	x [m]	Verschiebungen*) v [kN/m]	w [kN/m]	Abstände 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

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lagerbedingungen - Verdrehungen

Nr	x [m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	Verwölbung*) $\Omega_{y,z}$ [kNm³]
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

*) -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
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
Einwirkungsgruppe 99 - ständig								

Lastfall 2: Schneelasten

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	z	6.90				0	-200	
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	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_{fr} [kNm]	$M_{t,Ed}$ [kNm]	$M_{\omega,Ed}$ [kNcm²]
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. Ordnungγ_{M0} = 1.10

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η_{Mx}	$\eta_{M\omega}$	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

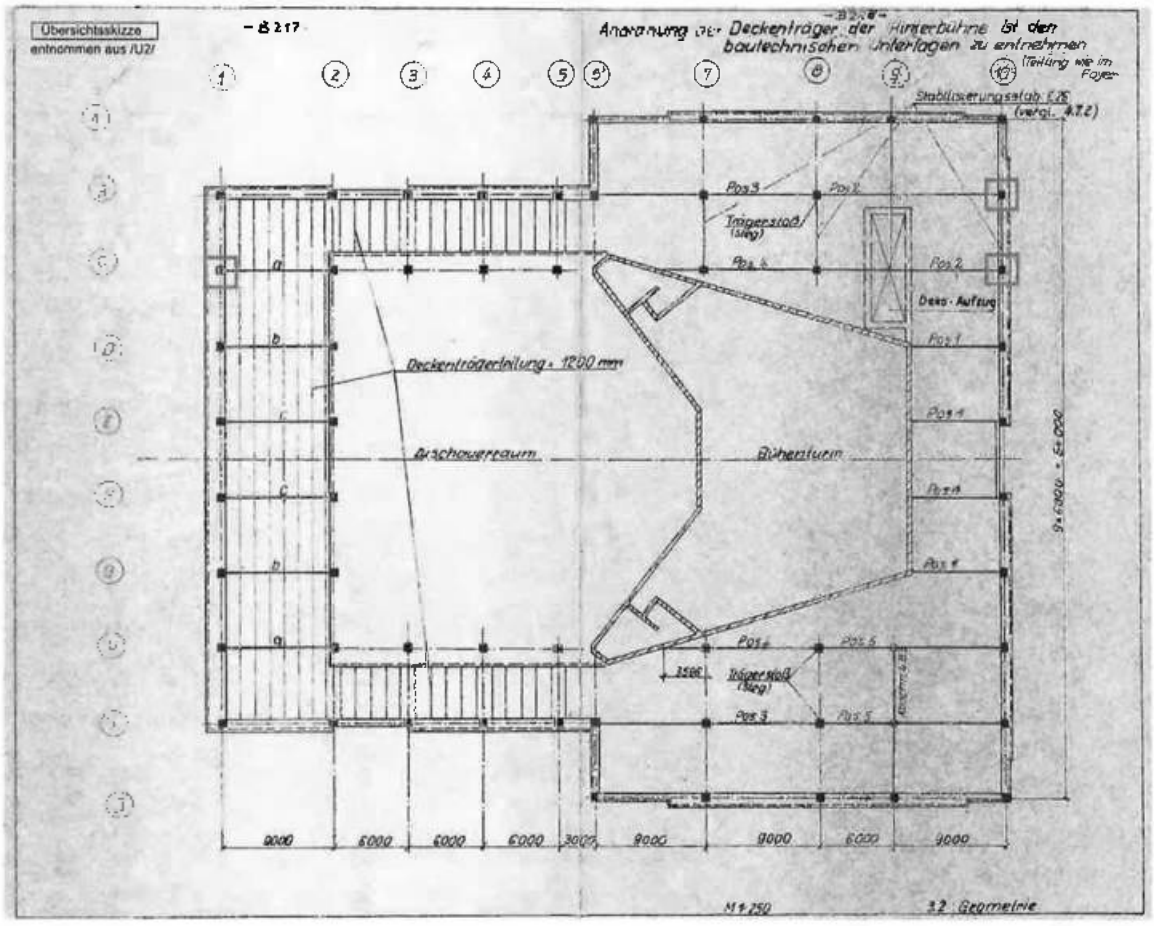
Auslastung - Tragsicherheit

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 γ_{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 verschiebliche 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 Kragarn 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.

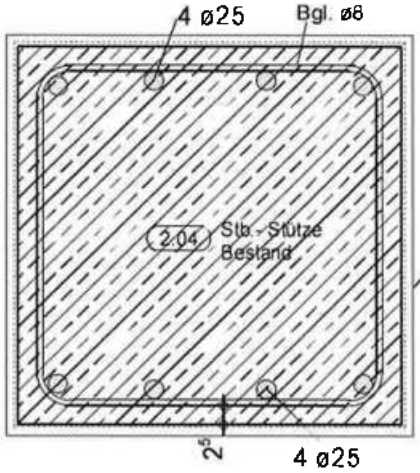
Gemäß dem Brandschutzkonzept besteht für die Ortbetonstützen die Anforderung einer feuerberständigen Ausführung (F90).
Die Fassadenstützen im Bereich des Foyers besitzen eine allseitige Bekleidung aus 5cm Natursteinplatten mit 15-20mm Hintermörtelung. Durch diesen zusätzlichen Schutz der Bewehrung ist 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 Brandwidersandsdauer 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, Plattenbekeidung durch Promatect- H.

Systemskizze

Fassadenstützen Achsen 10

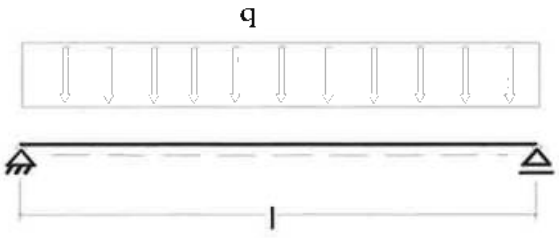
Schnitt



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 m
Auflagerlänge:
l_a = 0,120 m
Länge der Ziegelflachsturzes
l_s= l_w+2* l_a = 1,25 m

Belastung:
aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand d_{MW} =11,5 cm, beidseitig verputzt
g_{MW}= 18*(0,115+2*0,02) = 2,79 kN/m²
Höhe der Übermauerung, h_{MW}= 7,5-(3,3+2,135) = 2,06 m
Linienlast g_{MW}= g_{MW}* h_{MW} = 5,75 kN/m

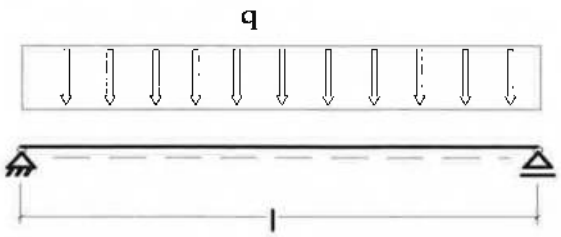
Auflast max.q = g_{MW} = 5,75 kN/m

Nachweis:
Höhe der Druckzone: h = 0,50 m

gewählt: 1x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle Anlage
zul.q= 1* 27,72 = 27,72 kN/m
max.q / zul.q = **0,21 < 1,0**

2.05.2 Türsturz 2x HEA 100

Statisches System:



Lichte Weite:
l_w= 1,010 m
Auflagerlänge:
l_a = 0,120 m
Stützweite
l_S= $l_w+2*l_a/3$ = 1,09 m

Belastung:
aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand d_{MW} =11,5 cm, beidseitig verputzt
g_{MW}= 18*(0,115+2*0,02) = 2,79 kN/m²
Höhe der Übermauerung, h_{MW}= 7,5-(3,3+2,135) = 2,06 m
Linienlast g_{MW}= g_{MW}* h_{MW} = 5,75 kN/m

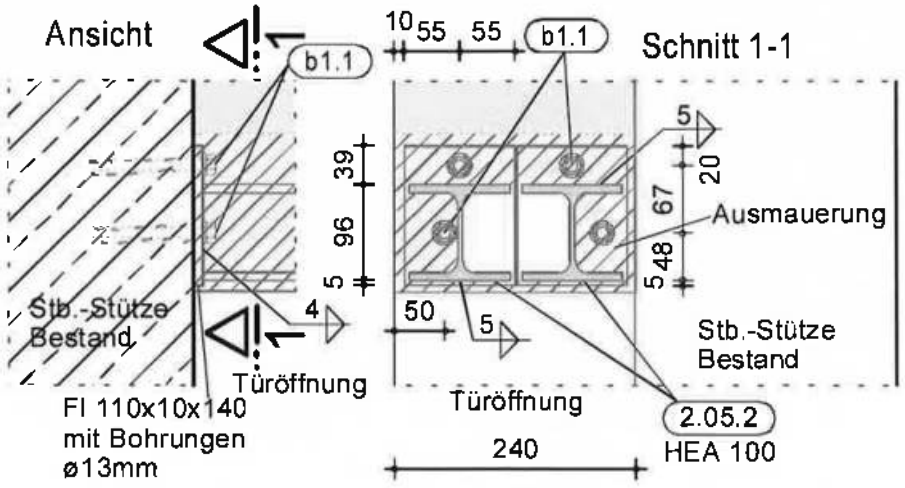
Auflast max.q = g_{MW} = 5,75 kN/m

Nachweis
- bei geringerer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

Anschluss an Stb.- Stütze
Auflagerkraft $F_{z,d}$= 1,35* max.q* l_S/2 = 4,23 kN

gewählt:
2x2 Verbundanker M12, z.B. Fischer FIS V plus , Ankerstange M12, Fkl. 8,8
Setztiefe ≥ 120mm

Geometrie:



(programmbedingt Nachweis mit symetrischer Ankeranordnung, in ungünstiger Weise für Fz,d=5,0kN)

Bemessungsgrundlagen

Anker

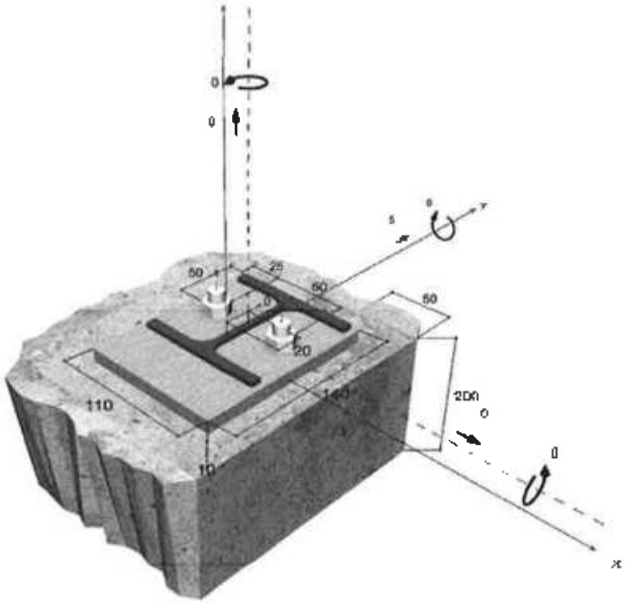
Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 12 x 140 8.8, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8
Rechnerische Verankerungstiefe	100 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung 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	110 mm x 140 mm x 10 mm
Profiltyp	HEA 100

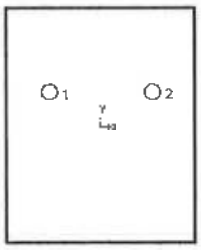
Bemessungslasten *)

#	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 : N/mm²
Resultierende Zugkraft : kN , X/Y Position (/)
Resultierende Druckkraft : kN , X/Y Position (/)

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

$$\beta_V = \beta_{V,c2} = 0{,}35 \leq 1$$ **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
$g_{_1}$= $g_{Tr}+g_{UHD}* e_1$ = 1,05 kN/m

3 Nachweise
bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.06.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung
F_g= $g_{_1}* l_S/ 2$ = 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

$g_{_1}$= $g_{Tr}+g_{UHD}* e_1$ = 1,48 kN/m

3 Nachweise
bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.06.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung
F_g= $g_{_1}* l_S/ 2$ = 4,29 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
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= (2,0+3,46)/2 = 2,73 m
Linienlast für Deckenträger
$g_{_1}$= $g_{Tr}+g_{UHD}* e_1$ = 1,52 kN/m

3 Nachweise
bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.06.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung
F_g= $g_{_1}* l_S/ 2$ = 4,41 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
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= (3,46+1,35)/2 = 2,40 m
Linienlast für Deckenträger, Feldbereich
g_{-1}= $g_{Tr}+g_{UHD}* e_1$ = 1,36 kN/m
Kragarn 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
Aufl. 1, Achse 10, F_{g1}= $g_{-1}* l_S/ 2$ = 3,94 kN
Aufl. 2, St. Pos. 2.07.4, F_{g2}= $g_{-1}* l_S/ 2+ g_{Tr}* l_K$ = 4,20 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
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= (1,35+3,56)/2 = 2,46 m
Linienlast für Deckenträger, Feldbereich
g_{-1}= $g_{Tr}+g_{UHD}* e_1$ = 1,39 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}= $g_{-1}* l_S/ 2$ = 4,03 kN
Aufl. 2, St. Pos. 2.07.5, F_{g2}= $g_{-1}* l_S/ 2+ g_{Tr}* l_K$ = 4,29 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 m
Stützweite l_K= 1,60 m
Kippaussteifung an den Auflagern und in Feldmitte

2 Belastung
aus UHD
g_{UHD}= 0,50 kN/m²

Lasteinflussbreite e_1= (3,56+3,56)/2 = 3,56 m
Linienlast für Deckenträger, Feldbereich
$g_{_1}$= g_{UHD}* e_1 = 1,78 kN/m
Kragarm Bereich Flur ohne Belastung aus UHD (Spannrichtung parallel zum Träger) Deckenlast wird in Flurwände weitergeleitet

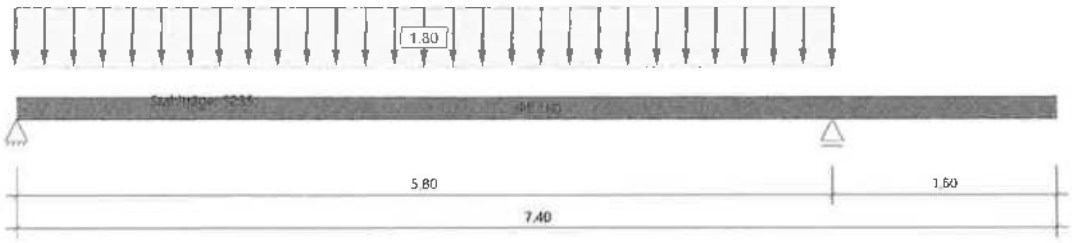
3 Nachweise

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

				E_k =	210000	N/mm²
				γ =	78.50	kN/m³
				G_k =	80769	N/mm²
				μ =	0.30	
				βw =	0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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 *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [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

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 - Dreieckslast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 117 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γF,inf	γF,sup
ständig				1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{FI} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 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 ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	elastisch
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}/ 100
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

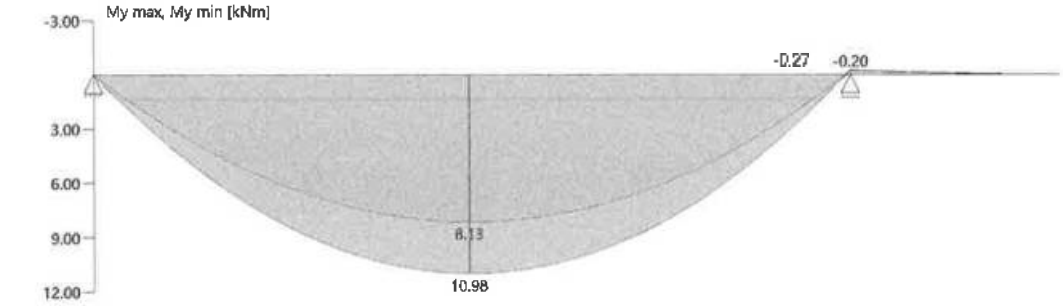
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	ηQs	ηStabi	ηVerformung
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.43	0.53	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.85

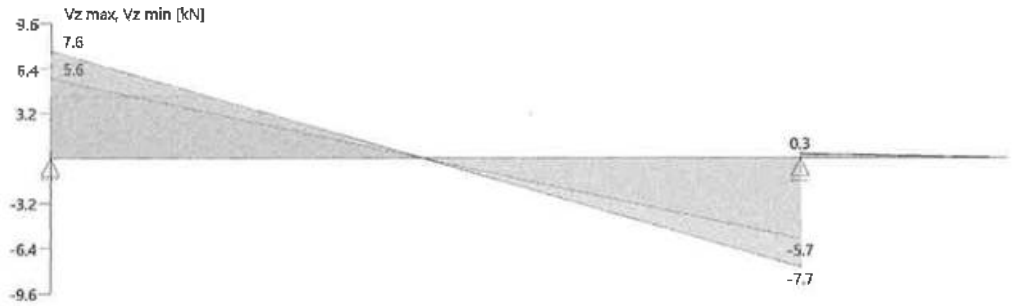
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.1) γ_{M0} = 1,00

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	σ_d [N/mm²]	τ_d [N/mm²]	$\sigma_{d,v}$ [N/mm²]	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]	Gl	η	Lfk
2.90	1	0.0	10.98	6.54	0.53	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd})$ = **0.53**

$M_{y,Ed}$	=	10.98 kNm
M_{cr}	=	35.24 kNm
λ_{lt}	=	0.91
χ_{lt}	=	0.78
$M_{y,Rk}$	=	29.17 kNm
γ_{M1}	=	1.10

Nachweis für Lk 1 bei x = 2.90 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	2.90	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]	$l_{eff,x1}$ [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	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)
$l_{eff,x1}$: 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 leff
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 m

mit horiz. Halterung am Stützenkopf / Fußpunkt

2 Belastung

aus Pos. 2.06.1, Aufl. 2

Eigengewicht, $G_{2.06.1}$= 3,04 kN

aus Stützenprofil

g_{St}= 0,11 kN/m

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

F_g= $G_{2.06.1} + g_{St} * l_S$ = 3,37 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 m

2 Belastung

aus Pos. 2.06.2, Aufl. 2

Eigengewicht, $G_{2.06.2}$= 4,29 kN

aus Stützenprofil

g_{St}= 0,11 kN/m

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

F_g= $G_{2.06.2} + g_{St} * l_S$ = 4,62 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 m

2 Belastung

aus Pos. 2.06.3, Aufl. 2

Eigengewicht, $G_{2.06.3}$= 4,41 kN

aus Stützenprofil

g_{St}= 0,11 kN/m

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

F_g= $G_{2.06.3} + g_{St} * l_S$ = 4,74 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 m

2 Belastung

aus Pos. 2.06.4, Aufl. 2

Eigengewicht, $G_{2.06.4}$= 4,20 kN

aus Stützenprofil

g_{St}= 0,11 kN/m

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

F_g= $G_{2.06.4} + g_{St} * l_S$ = 4,53 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 m

2 Belastung
aus Pos. 2.06.5, Aufl. 2
Eigengewicht, $G_{2.06.5}$= 4,29 kN
aus Stützenprofil
g_{St}= 0,11 kN/m

3 Nachweise
bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung
F_g= $G_{2.06.5} + g_{St} * l_S$ = 4,62 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 m

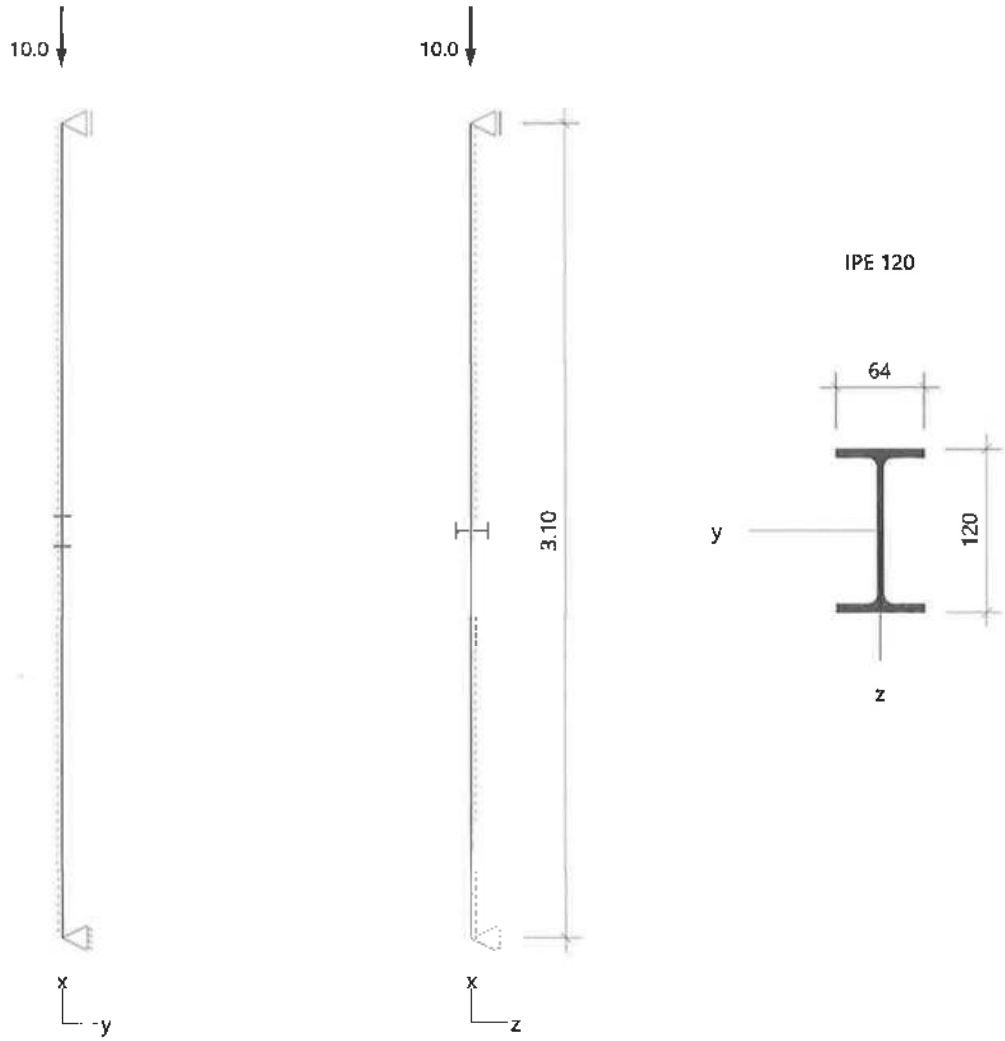
2 Belastung
aus Pos. 2.06.6, Aufl. 2
Eigengewicht, $G_{2.06.6}$= 6,00 kN
aus Stützenprofil
g_{St}= 0,11 kN/m

3 Nachweise
mt Vertikallast F_g= 10,0 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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)		:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten		:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung		:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach		:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =		5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =		leff/ 300

System Pendelstütze



Stütze: Höhe = 3.10 m Material: S235 Querschnitt: IPE 120

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen *) ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [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	pi	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 $\gamma_{M0} = 1{,}00$

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]	Gl	η	Lfk
0.00	1	13.9	0.00	6.46	0.29	1

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

F_g= $G_{2.06.6} + g_{St} * l_S$ = 6,33 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 m

2 Belastung

aus Pos. 2.06.7, Aufl. 2

Eigengewicht, $G_{2.06.7}$= 3,53 kN

aus Stützenprofil

g_{St}= 0,11 kN/m

3 Nachweise

bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 2.07.6

Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

F_g= $G_{2.06.7} + g_{St} * l_S$ = 3,86 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.

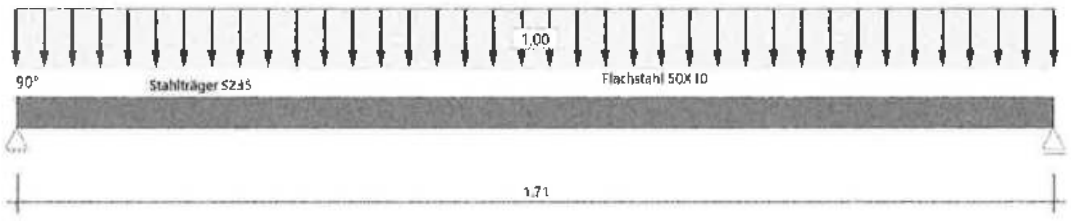
1.05.1 Geländerkonstruktion aus Handlauf Fl 50x10 und Pfosten 2x Fl 50x10

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 kN/m

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

	E_k =	210000 N/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ =	78.50 kN/m³	μ =	0.30
			β_w =	0.80
Streckgrenze	t ≤	40 mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
	t ≤	80 mm	f_{yk} =	215.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²
	t ≤	80 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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]	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	1.71	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		1.71		1.00		Ja	Kat. C		

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

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
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
ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 200

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.37	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.60

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	Flachstahl 50X10	Feld 1, x = 0.86	0.0	0.55	0.37		1

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 0.86 m Lk 1

N_{pld}	=	0.0 kN	N_{Rd}	=	117.5 kN
N_{Ed}	=	0.0 kN	η_N	=	0.00
$M_{y,pld}$	=	0.55 kNm	$M_{y,Rd}$	=	1.47 kNm
$M_{y,Ed}$	=	0.55 kNm	η_{My}	=	0.37
$V_{z,pld}$	=	0.0 kN	$V_{z,Rd}$	=	67.8 kN
$V_{z,Ed}$	=	0.0 kN	η_{Vz}	=	0.00
			η	=	**0.37**

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	0.86	0.0	-0.5	0.5	0.10	2

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	0.86	1.71	0.00	1.71	0.0	0.5	0.9	0.60	2

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 leff
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	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

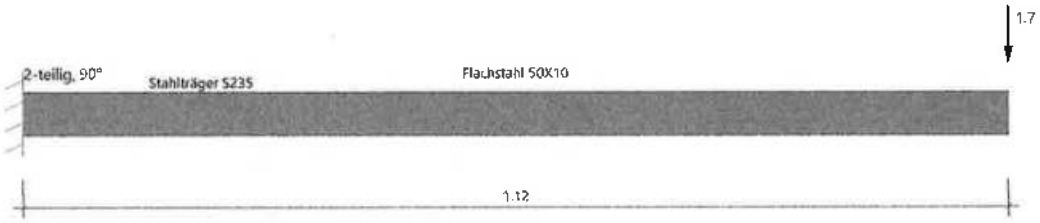
Geländerpfosten

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	-1
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	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				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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 60
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 200

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	*ständig/vorübergehend*	0.99	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			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	η_N	=	0.00
$M_{y,pld}$	=	-1.46 kNm	$M_{y,Rd}$	=	1.47 kNm
$M_{y,Ed}$	=	-1.46 kNm	η_{My}	=	0.99
$V_{z,pld}$	=	1.3 kN	$V_{z,Rd}$	=	67.8 kN
$V_{z,Ed}$	=	1.3 kN	η_{Vz}	=	0.02
			η	=	**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	0.1	0.1	-0.05	-0.05
		Kat. C: Versammlungsbereiche		1.7	-1.90	

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/m²) B1,50m:	1,50*0,75	=	1,13 kN/m
Sonstiges:			0,00 kN/m
		g_k =	**1,13 kN/m**

- Nutzlasten

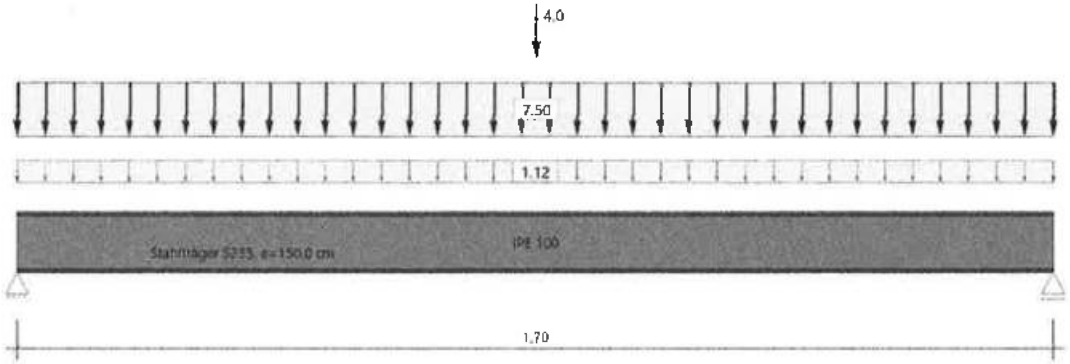
Auflager Gitterroste B1,50m:	1,50*5,00	=	7,50 kN/m
Sonstiges:			0,00 kN/m
		q_k =	**7,50 kN/m**

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/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ =	78.50 kN/m³	μ =	0.30
			β_W =	0.80
Streckgrenze	t ≤	40 mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
IPE 100	171	16	34	6	10.3
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	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/m²]	W2 [kN/m²]	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 - Dreieckslast (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 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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.50	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			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 m Lk 1

N_{pld}	=	0.0 kN	N_{Rd}	=	242.1 kN
N_{Ed}	=	0.0 kN	η_N	=	0.00
$M_{y,pld}$	=	4.65 kNm	$M_{y,Rd}$	=	9.29 kNm
$M_{y,Ed}$	=	4.65 kNm	η_{My}	=	0.50
$V_{z,pld}$	=	0.0 kN	$V_{z,Rd}$	=	68.7 kN
$V_{z,Ed}$	=	0.0 kN	η_{Vz}	=	0.00
			η	=	**0.50**

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	0.85	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]	$f_{z,g}$ [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)
$f_{z,g}$: 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	1.0	1.0		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		6.4		
2	1.70	ständig	1.0	1.0		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		6.4		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	Rz [kN]	My [kNm]	Ry [kN]	Mt [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

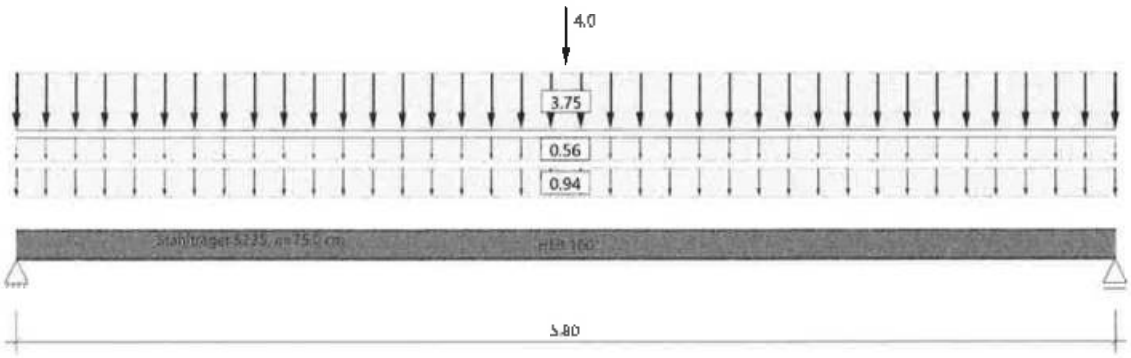
Position: Steg_RT

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	N/mm²	G_k	= 80769	N/mm²
	γ	= 78.50	kN/m³	μ	= 0.30	
				β_w	= 0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk}	= 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk}	= 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁶]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEB 160	2492	889	312	111	54.3
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	5.80	-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 - Dreieckslast (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 - Dreieckslast (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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
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_{Stabi}	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	η_N	=	0.00
$M_{y,pld}$	=	34.60 kNm	$M_{y,Rd}$	=	83.35 kNm
$M_{y,Ed}$	=	34.60 kNm	η_{My}	=	0.42
$V_{z,pld}$	=	0.0 kN	$V_{z,Rd}$	=	238.7 kN
$V_{z,Ed}$	=	0.0 kN	η_{Vz}	=	0.00
			η	=	**0.42**

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	2.90	0.0	-1.6	1.6	0.32	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	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 leff
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_x [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 Wandauflager 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 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: **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)

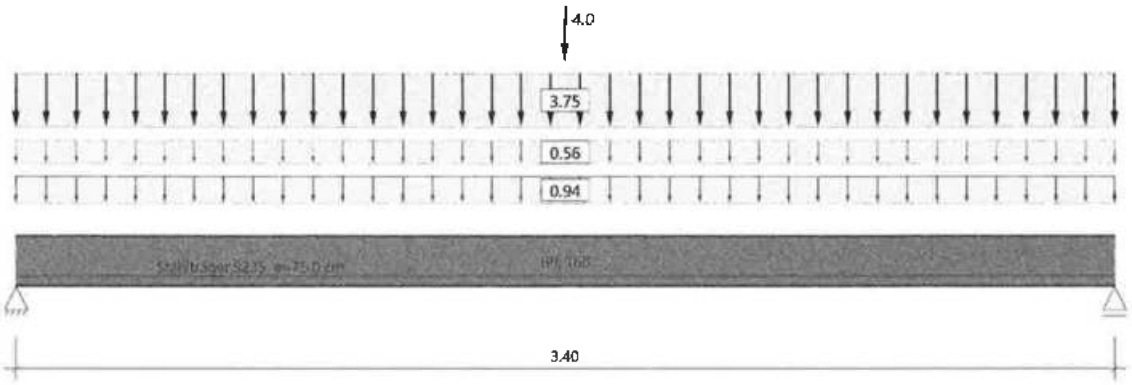
Grundparameter

Stahlträger (e = 75.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

				E_k	=	210000 N/mm²
				γ	=	78.50 kN/m³
				G_k	=	80769 N/mm²
				μ	=	0.30
				β_w	=	0.80
Streckgrenze	$t \leq$	40	mm	f_{yk}	=	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	$t \leq$	40	mm	f_{uk}	=	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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 Feldfast
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

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 Feldfast
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

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 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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
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_{Stabi}	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	η_N	=	0.00
$M_{y,pld}$	=	11.37 kNm	$M_{y,Rd}$	=	29.17 kNm
$M_{y,Ed}$	=	11.37 kNm	η_{My}	=	0.39
$V_{z,pld}$	=	0.0 kN	$V_{z,Rd}$	=	131.1 kN
$V_{z,Ed}$	=	0.0 kN	η_{Vz}	=	0.00
			η	=	**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 leff
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. Sathlbetonwänden 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/m²) 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 anschließenes Tägerprofil mit je 8x VA M16, leff= 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)

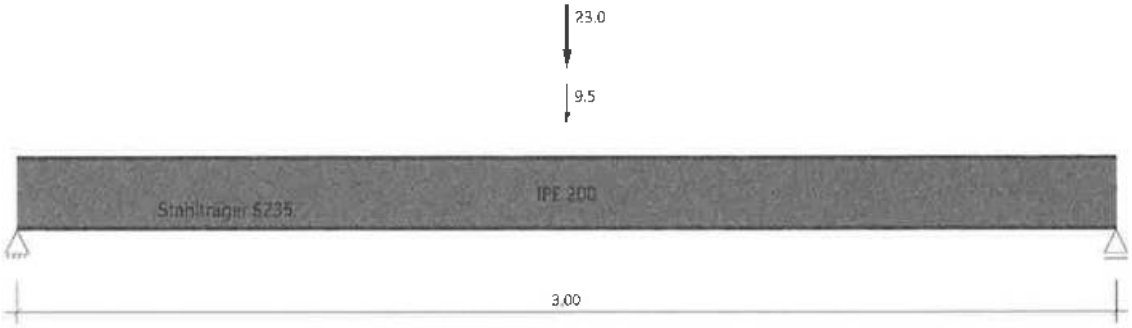
Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k	= 210000	N/mm²	G_k	= 80769	N/mm²
	γ	= 78.50	kN/m³	μ	= 0.30	
				β_w	= 0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk}	= 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk}	= 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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 = 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	1.50	9.5	kN	ständig		
	2	kraft	1.50	23.0	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 = 67 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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)		:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten		:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung		:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach		:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =		5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =		Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =		Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.69	0.77	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			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 m Lk 1

N_{pld}	= 0.0 kN	N_{Rd}	= 669.8 kN		
N_{Ed}	= 0.0 kN	η_N	= 0.00		
$M_{y,pld}$	= 35.83 kNm	$M_{y,Rd}$	= 52.00 kNm		
$M_{y,Ed}$	= 35.83 kNm	η_{My}	= 0.69		
$V_{z,pld}$	= 23.7 kN	$V_{z,Rd}$	= 190.2 kN		
$V_{z,Ed}$	= 23.7 kN	η_{Vz}	= 0.12		
		η	**= 0.69**		

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	1.50	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
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
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 ≥ 150mm

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)

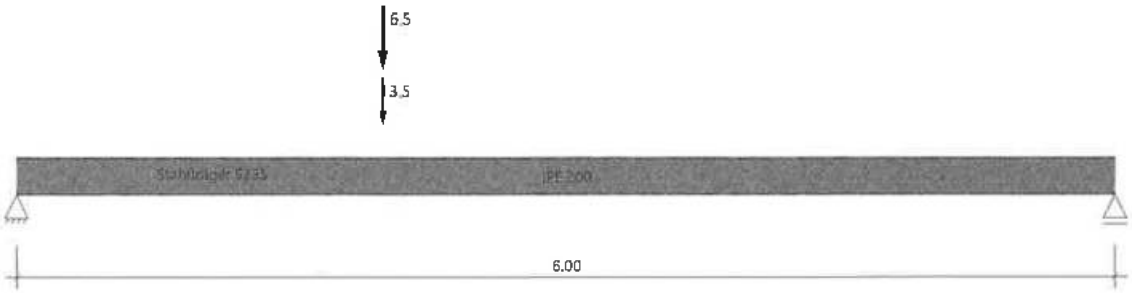
Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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	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		
	2	kraft	2.00	6.5	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				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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)		:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten		:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung		:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach		:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =		5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =		Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =		Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.39	0.93	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			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	η_N	=	0.00
$M_{y,pld}$	=	20.51 kNm	$M_{y,Rd}$	=	52.00 kNm
$M_{y,Ed}$	=	20.51 kNm	η_{My}	=	0.39
$V_{z,pld}$	=	10.0 kN	$V_{z,Rd}$	=	190.2 kN
$V_{z,Ed}$	=	10.0 kN	η_{Vz}	=	0.05
			η	=	**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 = 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_{ef} : effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{ef,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{ef,x1}$: 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 leff
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	3.0	3.0		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		4.3		
2	6.00	ständig	1.8	1.8		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		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 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 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 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 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)

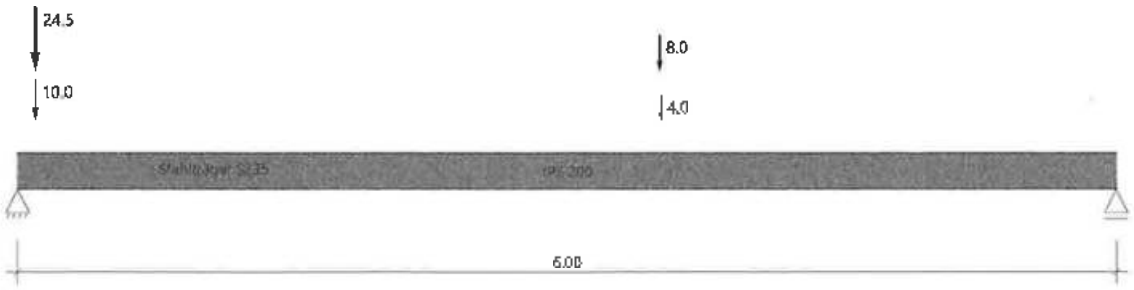
Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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	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				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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.55	0.75	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			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	η_N	=	0.00
$M_{y,pld}$	=	28.79 kNm	$M_{y,Rd}$	=	52.00 kNm
$M_{y,Ed}$	=	28.79 kNm	η_{My}	=	0.55
$V_{z,pld}$	=	6.3 kN	$V_{z,Rd}$	=	190.2 kN
$V_{z,Ed}$	=	6.3 kN	η_{Vz}	=	0.03
			η	=	**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]	$f_{z,g}$ [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)
$f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
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	12.2	12.2		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		27.4		
2	6.00	ständig	3.2	3.2		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		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	57.6			
		Lk 2	12.2			
2	6.00	Lk 1	11.9			
		Lk 2	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 vollständige 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/m²

Stahlträger, sofern nicht durch Nachweisprogramm berücksichtigt

g_{Tr}= 0,25 kN/m²

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 angeordnetetn 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/m²**

auf der Deckenenebene 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*0,85/2	=	0,85 m	
g_{De1}=	1,65* e			=	1,40 kN/m
q_{De1}=	2,0* e			=	1,70 kN/m

Nachweise

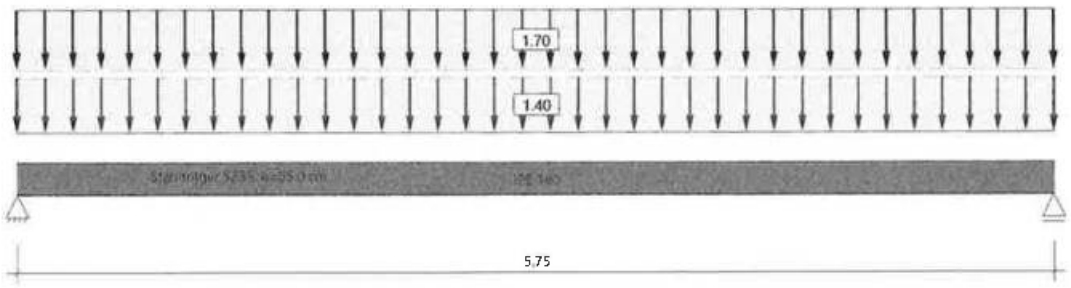
Grundparameter

Stahlträger (e = 85.0 cm), DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k	= 210000 N/mm²		G_k	= 80769 N/mm²
	γ	= 78.50 kN/m³		μ	= 0.30
				βw	= 0.80
Streckgrenze	t ≤	40 mm		f_{yk}	= 235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm		f_{uk}	= 360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
IPE 180	1317	101	146	22	23.9
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	5.75	-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/m²]	W2 [kN/m²]	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 - Dreieckslast (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_{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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

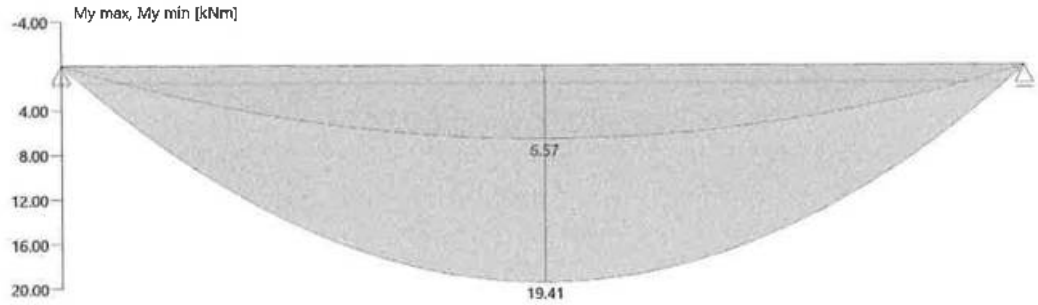
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.50	0.70	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.88

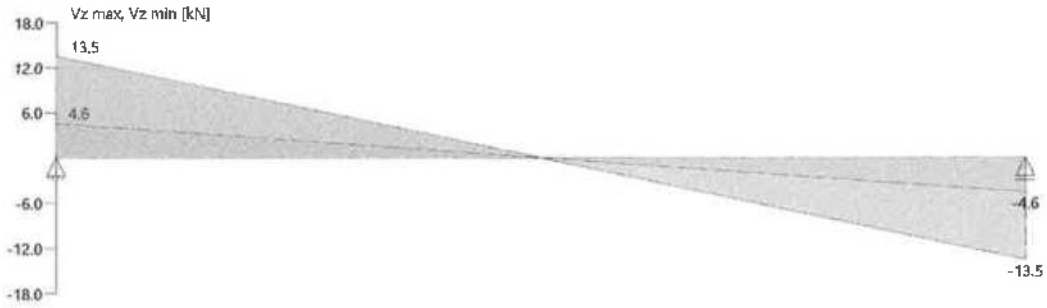
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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]	Gl	η	Lfk
2.88	1	0.0	19.41	6.54	0.70	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

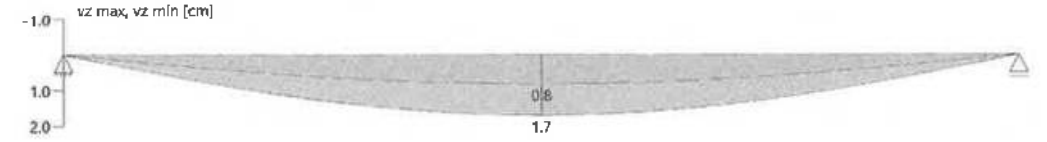
$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd})$ = **0.70**

$M_{y,Ed}$	=	19.41	kNm
M_{cr}	=	47.09	kNm
λ_{lt}	=	0.91	
χ_{lt}	=	0.78	
$M_{y,Rk}$	=	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]	$f_{z,g}$ [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)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
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)

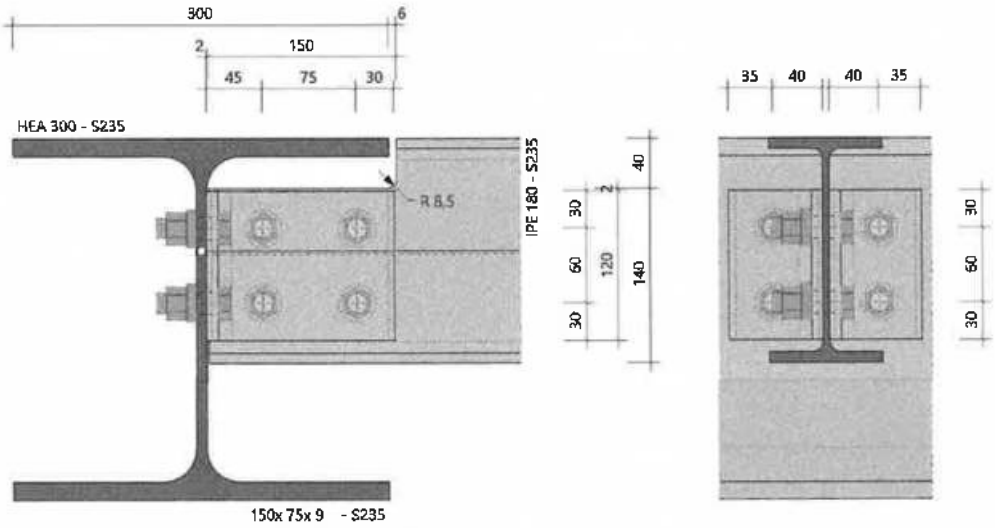
$V_{z,d}$= 15,89*0,85 = 13,51 kN

Nachweis mit $V_{z,d}$= 25 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	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_a 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		
$e_{2,1}$ 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		
$e_{2,1}$ mm	p_2 mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	p_1 mm	$e_{1,2}$ 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 cm²	$M_{yv,d}$ 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	*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)	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	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)	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 cm²	$M_{yv,d}$ 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	Nebenträger											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ 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 mm	t_s mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
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 mm	b mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
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 m	
g_{De1}=	1,65* e		=	0,69 kN/m
q_{De1}=	2,0* e		=	0,84 kN/m

Einzellast aus Pos. 2.07.2, $G_{2.07.2}$= 4,62 kN
Einzellast aus Pos. 2.07.3, $G_{2.07.3}$= 4,74 kN

aus Trennwand 2.OG

g_{TW}=	0,8*3,6	=	2,88 kN/m

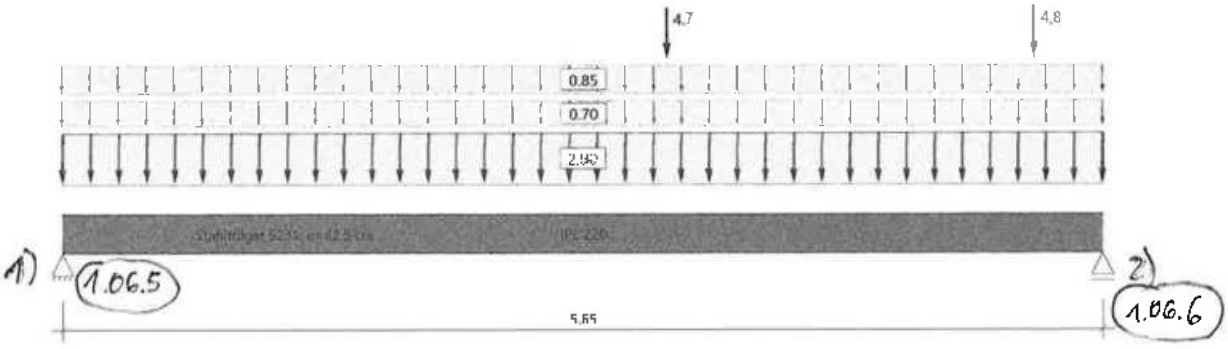
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger (e = 42.5 cm), DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

	E_k =	210000 N/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ =	78.50 kN/m³	μ =	0.30
			βw =	0.80
Streckgrenze	t ≤	40 mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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 *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [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 - Dreieckslast (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 - Dreieckslast (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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)		:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten		:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung		:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach		:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim}	=	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim}	=	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim}	=	Felder l_{eff}/ 300

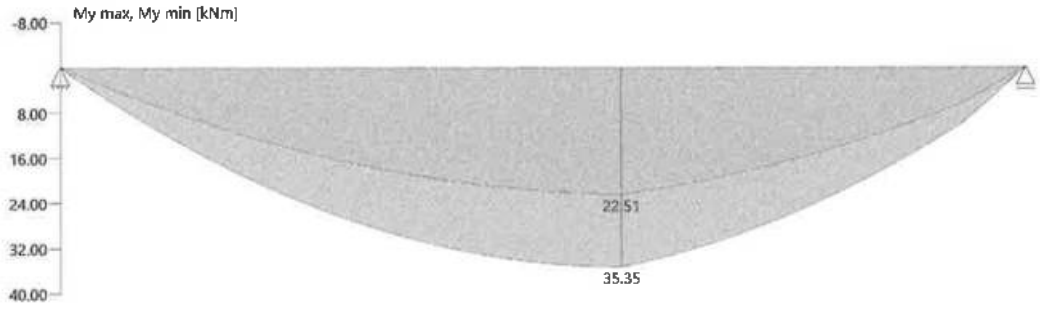
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.53	0.70	
Gebrauchstauglichkeit	charakterlstisch			0.76

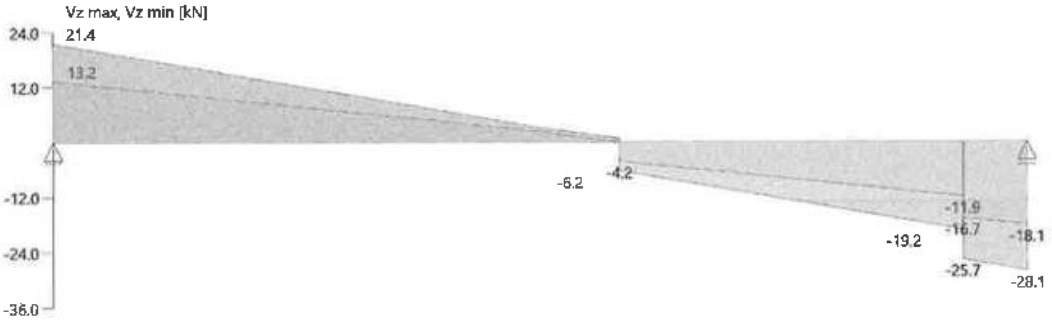
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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	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]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
3.28	1	0.0	35.35	6.54	0.70	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

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

$M_{y,Ed}$	=	35.35 kNm
M_{cr}	=	107.51 kNm
λ_{lt}	=	0.79
χ_{lt}	=	0.82
$M_{y,Rk}$	=	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]	$f_{z,g}$ [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)
$f_{z,g}$: 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	31.06	31.06 5.65		
2	5.65	ständig Kat. B: Bürogebäude	42.66	42.66 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	66.06 42.66	

Anschluss an Randträger 1.06.5 (1.06.6 analog)

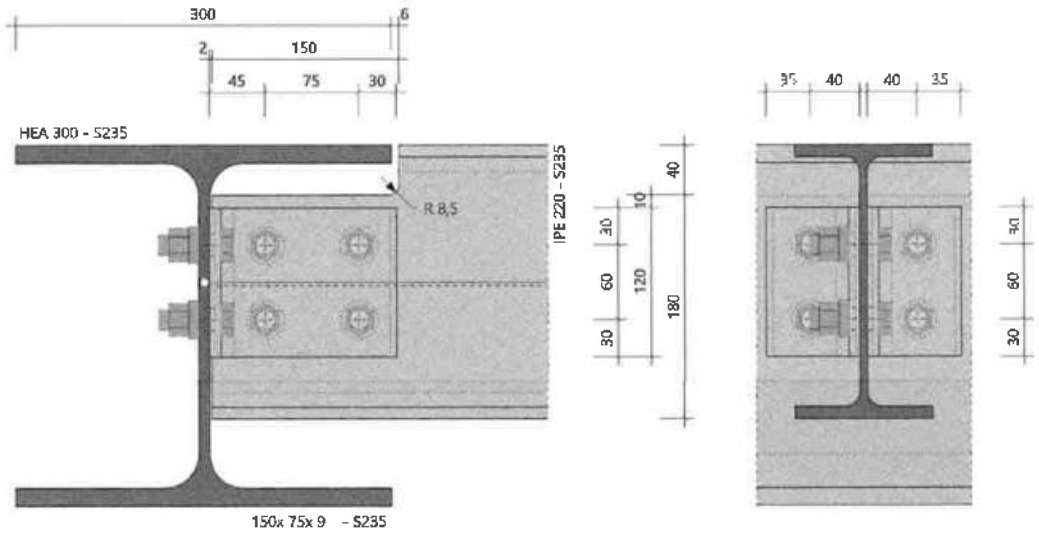
$V_{z,d}$= 66,06*0,43 = 28,41 kN

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	Ausklinkung	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

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h_s 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	Querschnitt h mm	b mm	ts 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		
$e_{2,1}$ mm	p_2 mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	p_1 mm	$e_{1,2}$ 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 cm²	$M_{yv,d}$ 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 cm²	$M_{yv,d}$ 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	Nebenträger											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	α_v	$F_{v,Rd}$	η
kN		kN	
19.3	0.60	60.3	0.32

Blockversagen

Bauteil	A_{nv}	A_{nt}	$V_{eff,2,Rd}$	η
	cm^2	cm^2	kN	
Nebenträger	4.3	5.4	135.7	0.22
Winkel	5.7	7.0	178.0	0.08

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach GI(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	$\sigma_{d,v}$	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	
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 GI(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	
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*0,90/2	=	0,90 m	
g_{De1}=	1,65* e			=	1,49 kN/m
q_{De1}=	2,0* e			=	1,80 kN/m

aus Trennwand Flur 2.OG

G_{TW}=	0,8*3,6*e	=	2,59 kN	

Nachweise

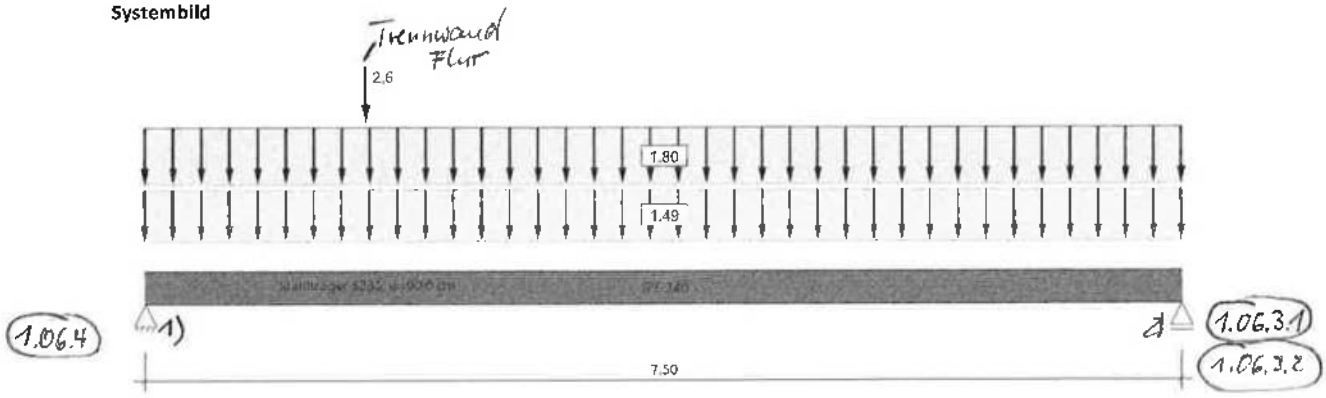
Grundparameter

Stahlträger (e = 90.0 cm), DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

				E_k =	210000	N/mm²
				γ =	78.50	kN/m³
				G_k =	80769	N/mm²
				μ =	0.30	
				β_w =	0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
IPE 240	3892	284	324	47	39.1
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	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		
	3	GL		7.50		2.00		Ja	Kat. B		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreieckdast (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				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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,Inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

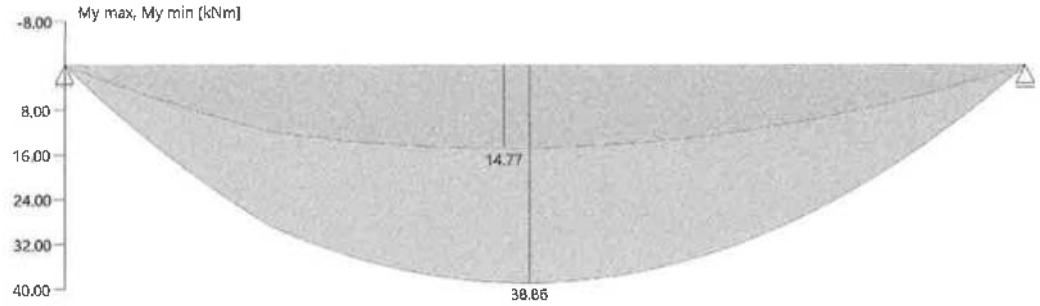
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.45	0.67	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.79

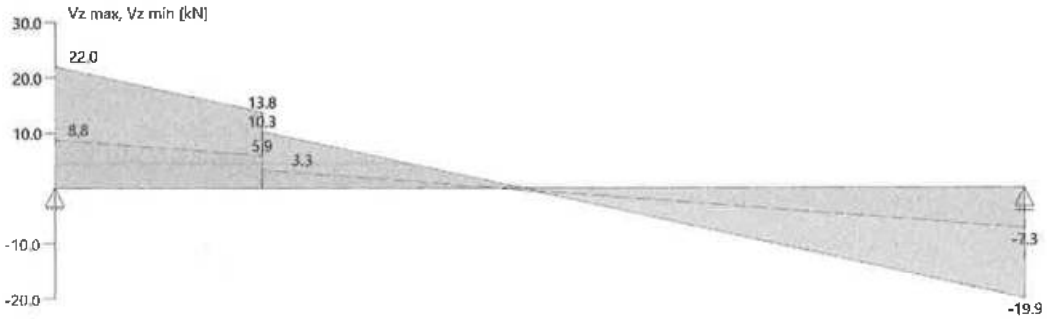
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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	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]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	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**

$M_{y,Ed}$	=	38.86	kNm
M_{cr}	=	98.49	kNm
λ_{lt}	=	0.94	
χ_{lt}	=	0.74	
$M_{y,Rk}$	=	86.45	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis für Lk 1 bei x = 3.61 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	3.60	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	3.60	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 leff
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	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

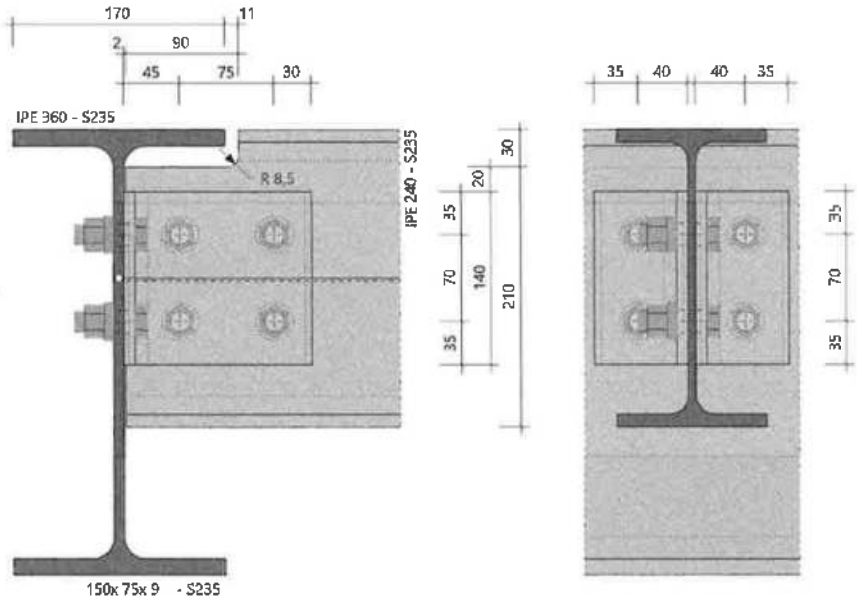
$V_{z,d}$= 24,40* 0,9 = 21,96 kN

Nachweis mit IPE 360, $V_{z,d}$= 30 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 360	360	170	299	13	8	18	170	13
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_s 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	Querschnitt h mm	b mm	ts 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	$M_{yv,d}$ 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											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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 cm²	$M_{yv,d}$ 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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ 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	$\sigma_{d,V}$	η
mm	mm	cm²	cm³	cm⁴	kN	mm	kNm	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	
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	e_{My}	M_y	σ_{Rd}	τ_{Rd}	σ_d	τ_d	$\sigma_{d,V}$	η
mm	mm	cm²	cm³	cm⁴	kN	mm	kNm	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	
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

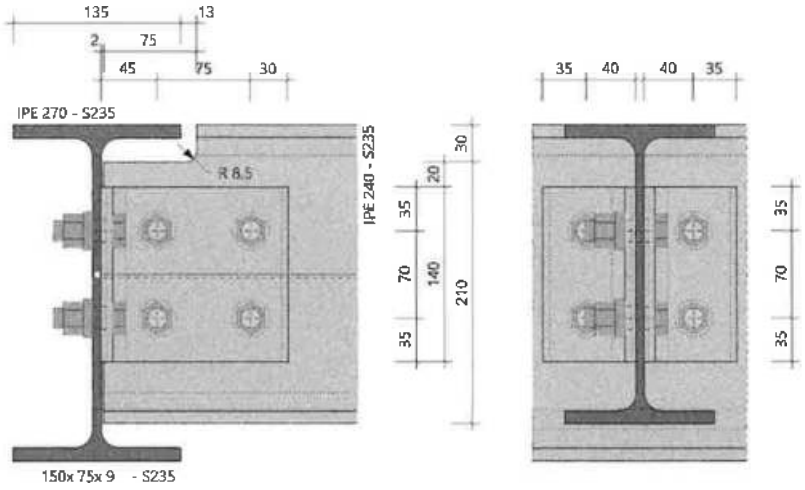
$V_{z,d}$= 22,16*0,9 = 19,94 kN

Nachweis mit $V_{z,d}$= 30 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	Querschnitt h mm	b mm	ts 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 cm²	$M_{yv,d}$ 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											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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 cm²	$M_{yv,d}$ 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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ 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 mm	t_s mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,v}$ N/mm²	η
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 mm	b mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,v}$ N/mm²	η
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*0,7/2	=	0,70 m
g_{De}=	1,65* e	=	1,16 kN/m
q_{De}=	2,0* e	=	1,40 kN/m

aus Trennwand

G_{TW}=	0,8*3,6*e	=	2,02 kN

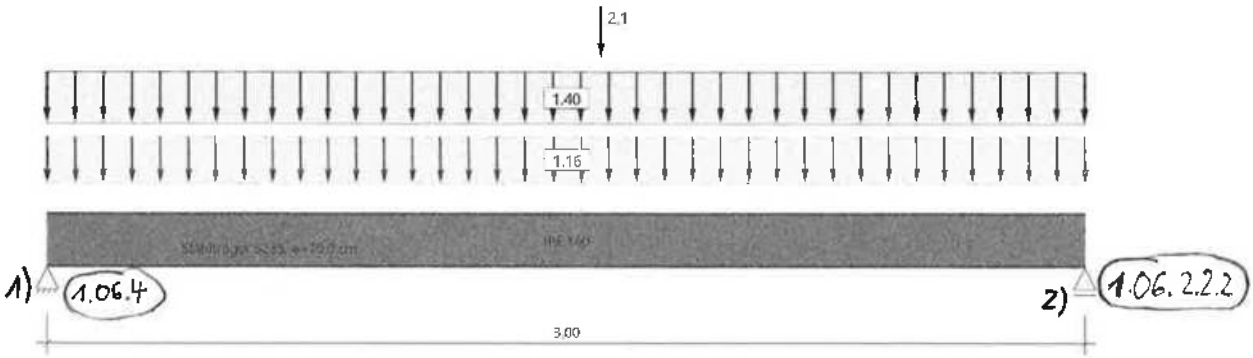
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger (e = 70.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

				E_k	=	210000 N/mm²
				γ	=	78.50 kN/m³
				G_k	=	80769 N/mm²
				μ	=	0.30
				β_w	=	0.80
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk}	=	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk}	=	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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	3.00	-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	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		
	3	GL		3.00		2.00		Ja	Kat. B		

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

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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

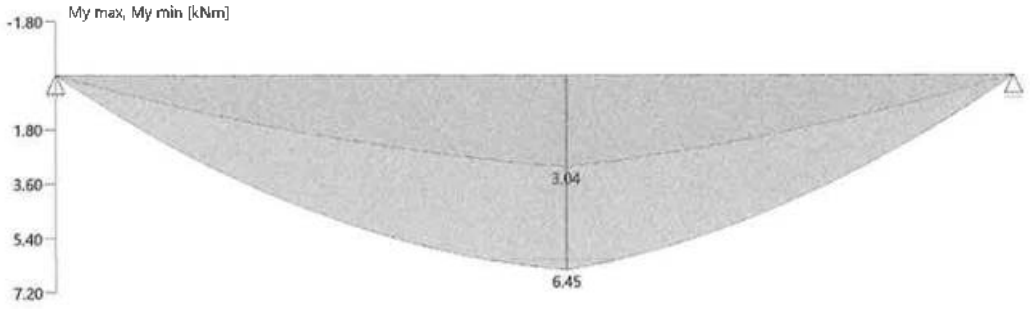
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.22	0.26	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.22

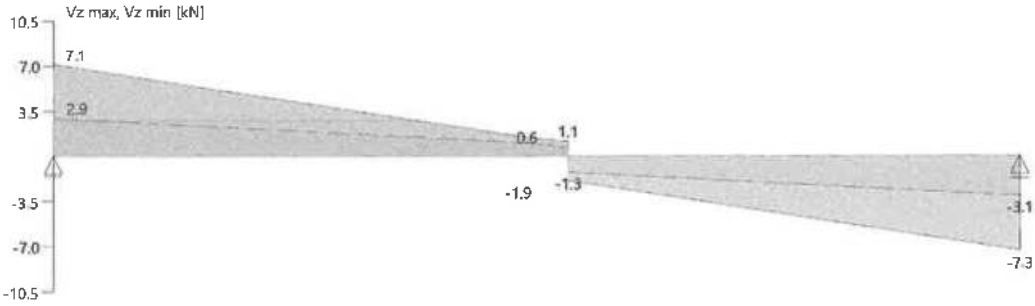
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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	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]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
1.60	1	0.0	6.45	6.54	0.26	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd})$ **= 0.26**

$M_{y,Ed}$	=	6.45	kNm
M_{cr}	=	87.25	kNm
λ_{lt}	=	0.58	
χ_{lt}	=	0.93	
$M_{y,Rk}$	=	29.17	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

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 leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

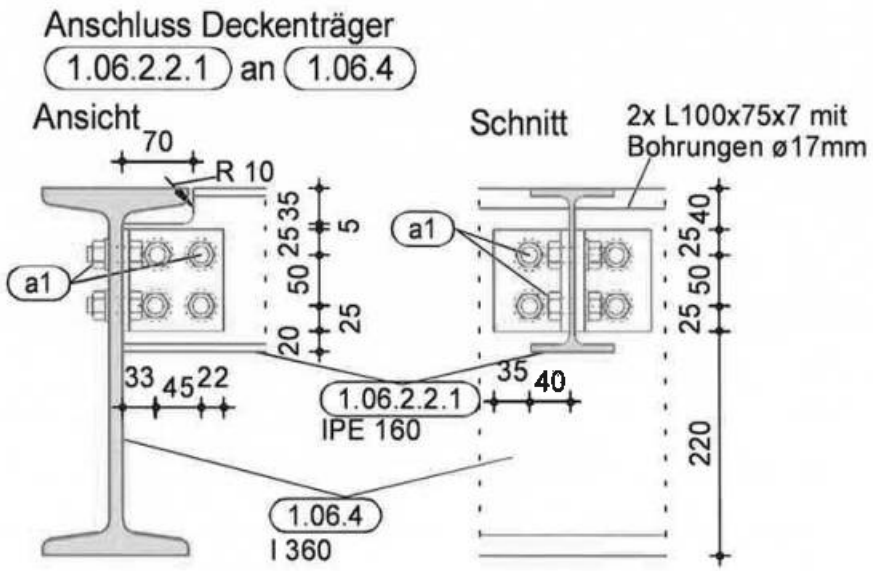
Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

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

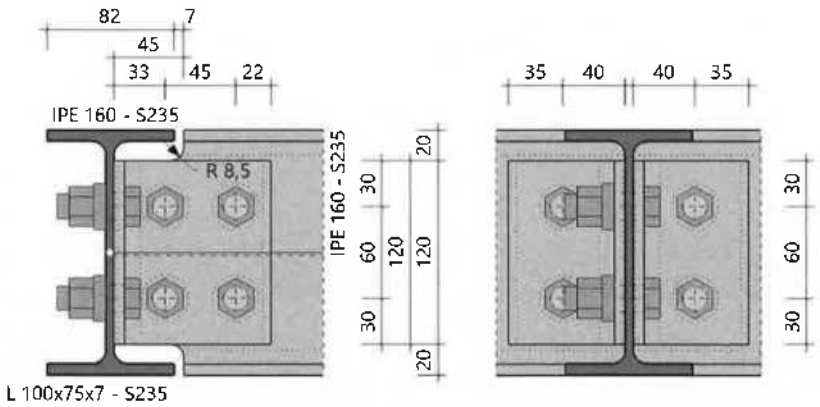
$V_{z,d}$= 10,46*0,7 = 7,32 kN

Nachweis mit $V_{z,d}$= 15 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	u1 mm	Spaltmaß mm
mittig (Systemachsen)	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	20	20	45	120	8.5

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	Querschnitt h mm	b mm	ts mm	r mm
L 100x75x7	nach Vorgabe	0	an Nebenträger	120	100	75	7	10

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	do 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		
$e_{2,1}$ mm	p_2 mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	p_1 mm	$e_{1,2}$ 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 cm²	$M_{yv,d}$ 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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
	kN	mm	mm	mm	mm								
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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
	kN	mm	mm	mm	mm								
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 cm²	$M_{yv,d}$ 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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
	kN	mm	mm	mm	mm								
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			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
	kN	mm	mm	mm	mm								
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_{nv} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ 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 mm	t_s mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
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 mm	b mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
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*0,7	=	3,09 kN
Q=	3,00*0,7	=	2,10 kN

aus Treppenlauf

g_{Tr}=		1,20 kN/m²	
q_{Tr}=		2,00 kN/m²	
l_{Tr}=	3,50 m		
Treppenneigung, α=	ATAN(2,57/3,5)	=	36,29 °

Auflagerkräfte

$g_{_Tr}$=	g_{Tr}* l_{Tr}/ (2*COS(α))	=	2,61 kN/m
$q_{_Tr}$=	q_{Tr}* l_{Tr}/ 2	=	3,50 kN/m

zum Nachweis angesetzt

g_{Tr}=	3,50 kN/m
q_{Tr}=	4,50 kN/m

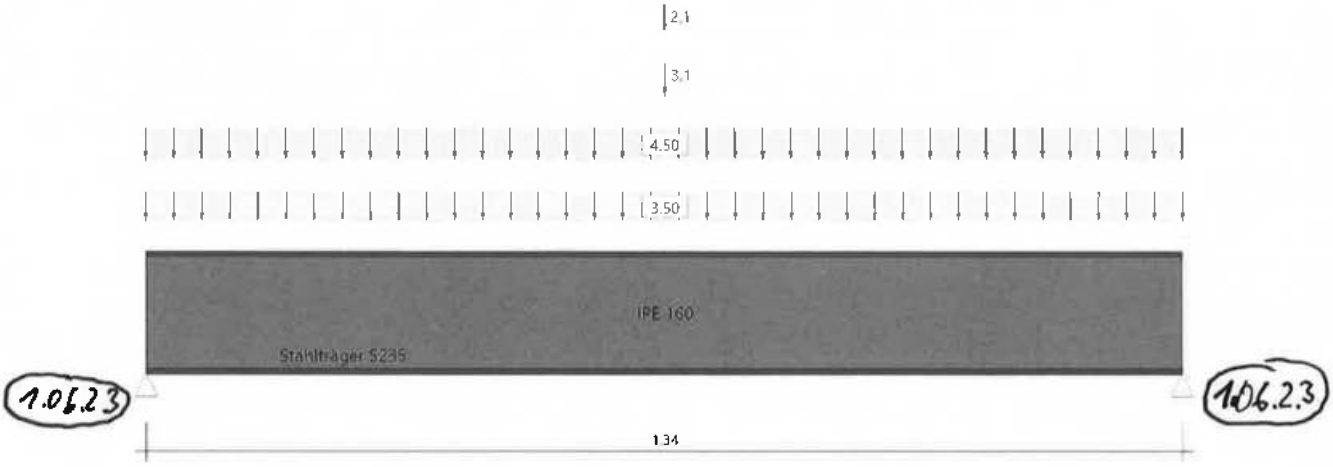
Nachweise

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material S235

				E_k	=	210000	N/mm²
				γ	=	78.50	kN/m³
Streckgrenze	t	≤	40 mm	f_{yk}	=	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t	≤	40 mm	f_{uk}	=	360.00	N/mm²

G_k	=	80769	N/mm²				
μ	=	0.30					
βw	=	0.80					

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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	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 - Dreieckslast (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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

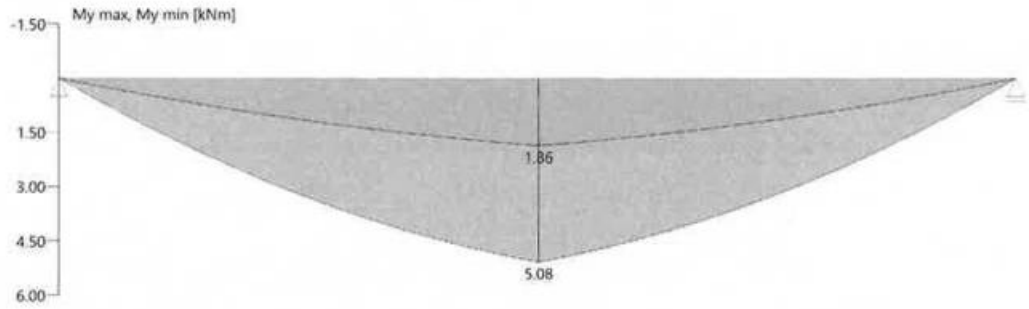
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.17	0.19	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.07

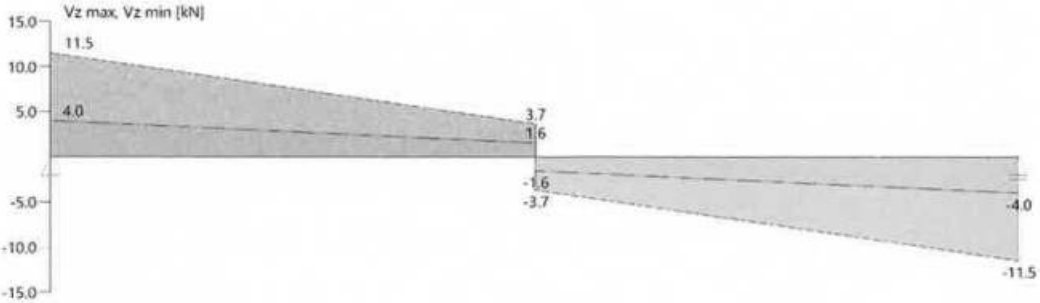
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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]	Gl	η	Lfk
0.67	1	0.0	5.08	6.54	0.19	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) =$ **0.19**

$M_{y,Ed}$	=	5.08 kNm
M_{cr}	=	371.60 kNm
λ_{lt}	=	0.28
χ_{lt}	=	1.00
$M_{y,Rk}$	=	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 leff
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		

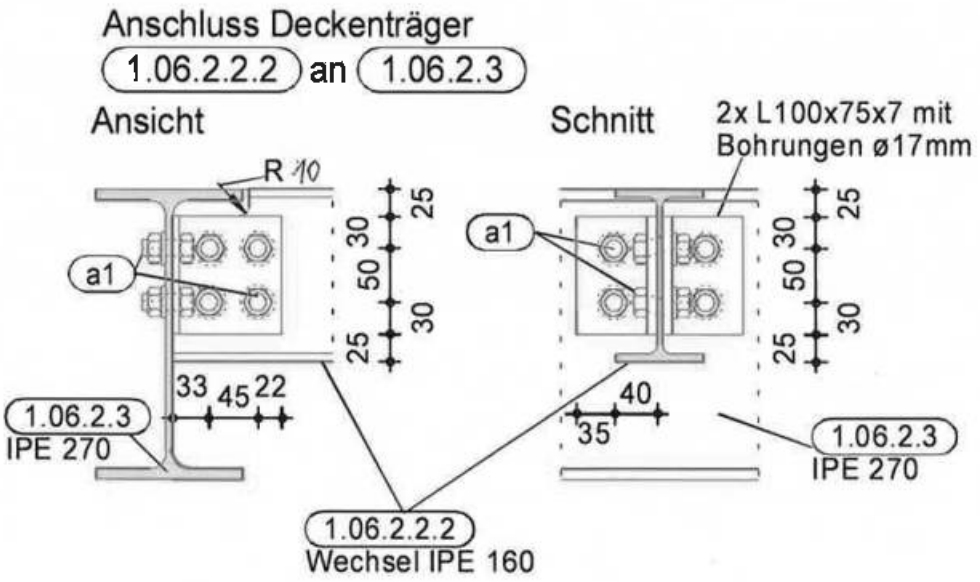
Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

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*1,0 = 11,50 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 m
Bereich außerhalb Treppenöffnung e_2=		(0,68+0,8)/2	=	0,74 m
g_{De1}=	1,65* e_1		=	0,66 kN/m
g_{De2}=	1,65* e_2		=	1,22 kN/m
q_{De1}=	2,0* e_1		=	0,80 kN/m
q_{De2}=	2,0* e_2		=	1,48 kN/m

aus Pos. 1.06.2.2.2, Wechsel

G=				4,00 kN
Q=				4,07 kN

aus Trennwand Flur 2.OG

G_{TW}=	0,8*3,6*e_2		=	2,13 kN

aus Treppenraumseitenwand
über Deckenebene

g_{TW1}=	0,8*2,70	=	2,16 kN/m

aus Stütze in Ebene 3, Pos. 2.07.3

$G_{2.07.3}$=	4,74 kN

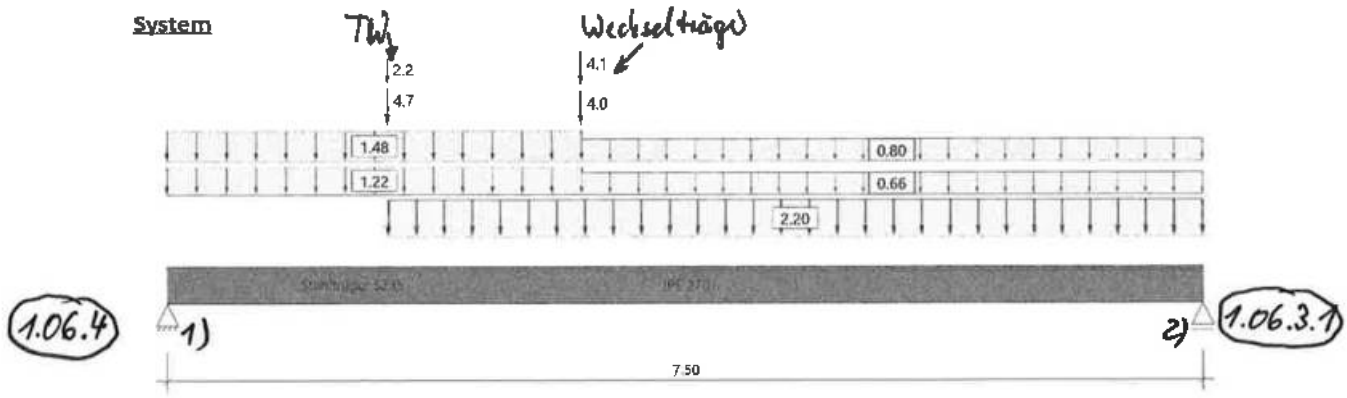
Nachweise

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

	E_k	= 210000	N/mm²	G_k	= 80769	N/mm²
	γ	= 78.50	kN/m³	μ	= 0.30	
				β_w	= 0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk}	= 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk}	= 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
IPE 270	5790	420	429	62	45.9
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	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 - Dreieckslast (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 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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

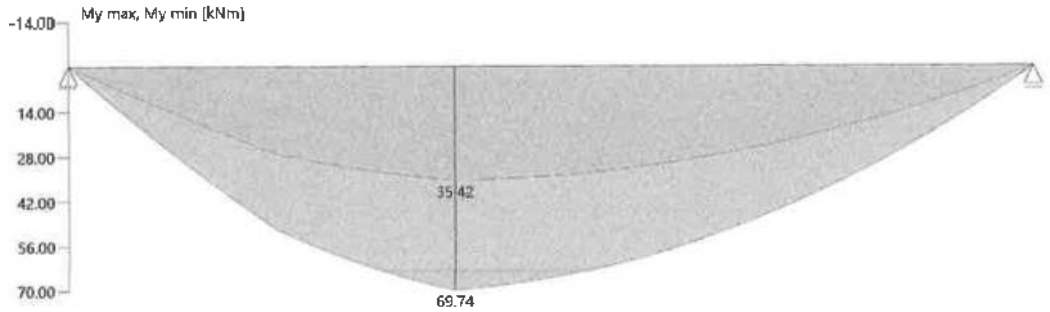
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.61	0.87	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.91

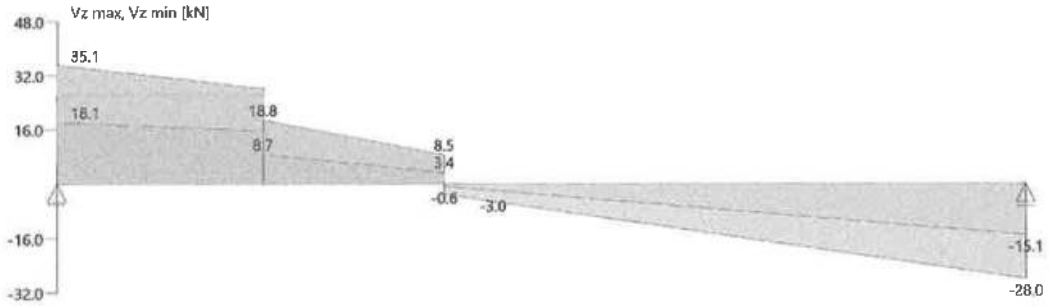
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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]	Gl	η	Lfk
3.00	1	0.0	69.74	6.54	0.87	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

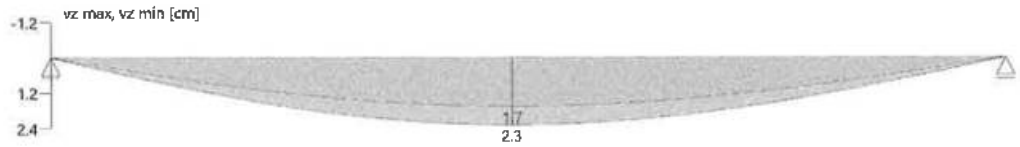
$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) = 0.87$

$M_{y,Ed}$	=	69.74 kNm
M_{cr}	=	150.26 kNm
λ_{lt}	=	0.87
χ_{lt}	=	0.78
$M_{y,Rk}$	=	114.06 kNm
γ_{M1}	=	1.10

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 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 leff
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		

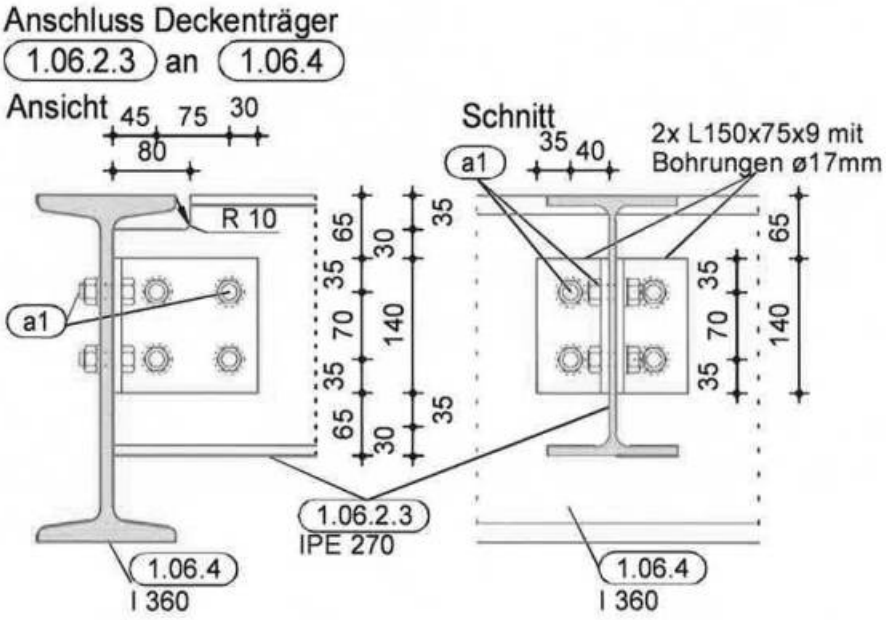
Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

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 kN

Nachweis wie Aufl. 2



Aufl. 2, Anschluss an Randträger 1.06.3.1

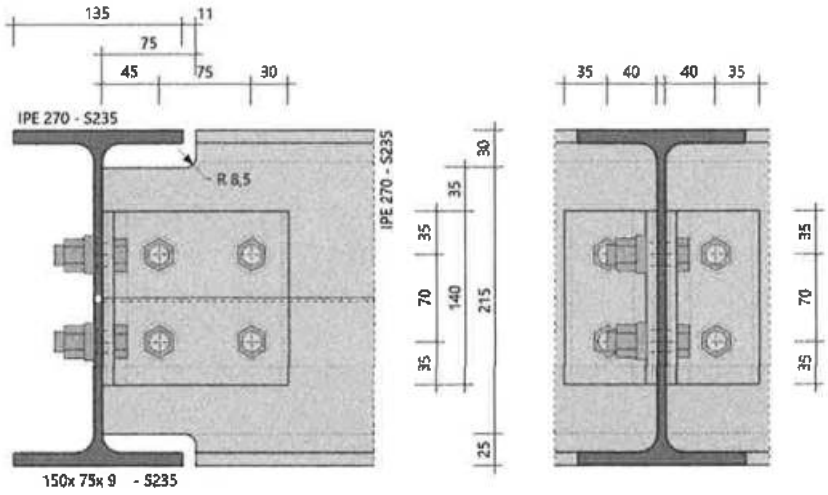
$V_{z,d}$= 27,98 kN

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 M16 + 4 x M16**

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	bo mm	hsteg mm	to mm	ts mm	r mm	bu mm	tu mm
Hauptträger	IPE 270	270	135	220	10	7	15	135	10
Nebenträger	Ausklinkung	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

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Höhe unten eT2 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe ha mm	Radius Brennschnitt r mm
beidseitig, mit Brennschnitt	30	25	75	215	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	35	an Nebenträger	140	150	75	9	10

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	do 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		
$e_{2,1}$ mm	p_2 mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	p_1 mm	$e_{1,2}$ 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_{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 cm²	$M_{yy,d}$ 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	Hauptträger											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
vert.(z)	10.0	170	70	54	-	1.00	2.50	76.0	0.13	1.00	2.50	76.0	0.13
horz.(x)	11.4	54	-	170	70	-	-	-	-	1.00	2.50	76.0	0.15

Richtung	V_a	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
vert.(z)	10.0	35	70	35	-	1.00	2.50	103.7	0.10	0.65	2.50	67.2	0.15
horz.(x)	11.4	35	-	35	70	-	-	-	-	0.65	2.50	67.2	0.17

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 cm²	$M_{yy,d}$ 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	Nebenträger											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
vert.(z)	21.8	70	70	45	75	1.00	2.50	76.0	0.29	1.00	2.50	76.0	0.29
horz.(x)	11.0	45	75	70	70	1.00	2.50	76.0	0.14	0.83	2.50	63.4	0.17

Richtung	V_a	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
vert.(z)	21.8	35	70	30	75	1.00	2.50	207.4	0.10	0.65	2.50	134.4	0.16
horz.(x)	11.0	30	75	35	70	1.00	2.50	207.4	0.05	0.56	2.50	115.2	0.10

Abschertragfähigkeit

V_a kN	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	η
24.4	0.60	60.3	0.40

Blockversagen

Bauteil	A_{nv} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ 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 mm	t_s mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
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 mm	b mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
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*0,90/2	=	0,90 m	
g_{De1}=	1,65* e			=	1,49 kN/m
q_{De1}=	2,0* e			=	1,80 kN/m

aus Trennwand Flur 2.OG

G_{TW}=	0,8*3,6*e	=	2,59 kN	

Einzellast aus Pos. 1.06.4, Aufl. 2

G=	71,20 kN
Q=	38,40 kN

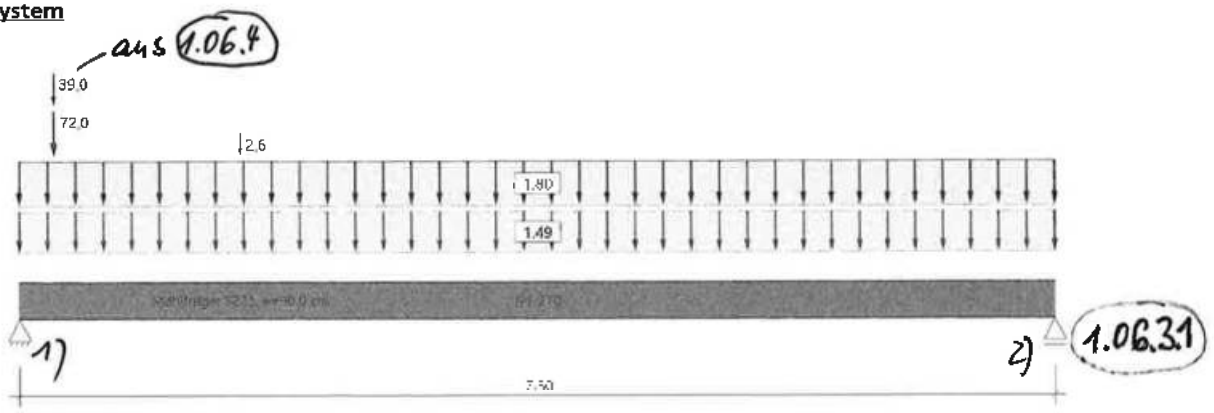
gewählt: **IPE270 L= 7500mm, 235**

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	N/mm²
				γ =	78.50	kN/m³
				G_k =	80769	N/mm²
				μ =	0.30	
				β_w =	0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
IPE 270	5790	420	429	62	45.9
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	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	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/m²]	W2 [kN/m²]	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 - Dreieckslast (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				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
ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)		:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten		:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung		:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach		:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =		5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =		Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =		Felder l_{eff}/ 300

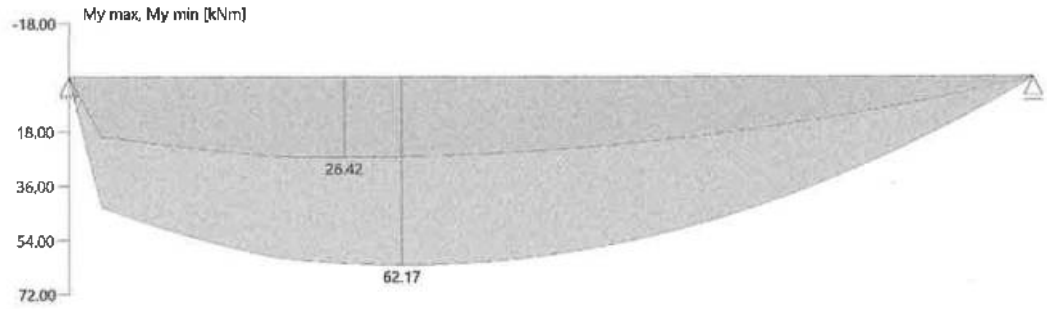
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.58	0.81	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.86

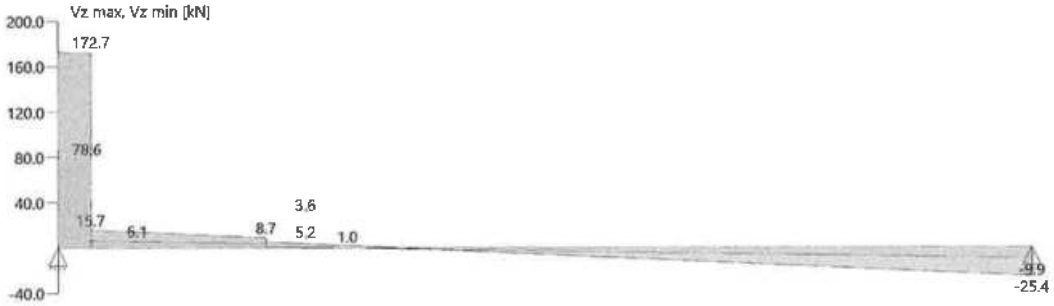
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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]	Gl	η	Lfk
2.60	1	0.0	62.17	6.54	0.81	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

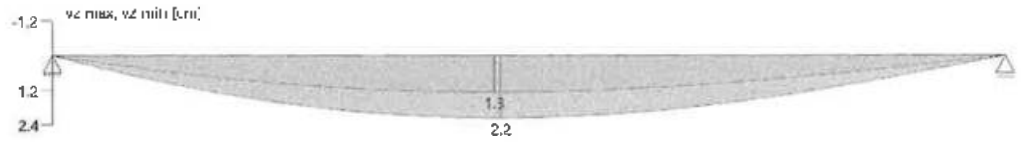
$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) = 0.81$

$M_{y,Ed}$	=	62.17	kNm
M_{cr}	=	131.78	kNm
λ_{lt}	=	0.93	
χ_{lt}	=	0.74	
$M_{y,Rk}$	=	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 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	1.3	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 leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

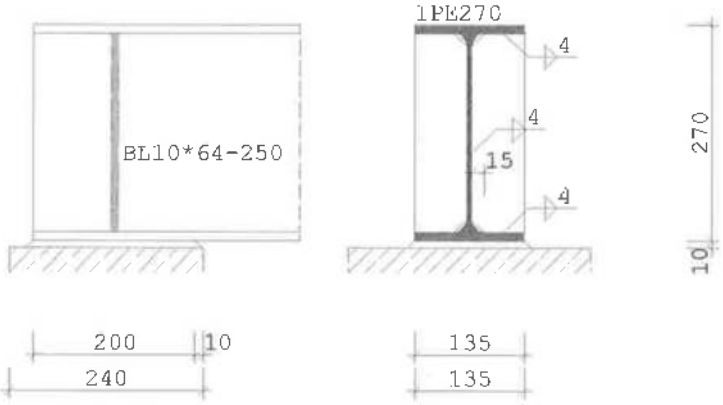
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig	87.29	87.29		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		49.39		
2	7.50	ständig	10.97	10.97		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		8.94		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	191.93	
		Lk 2	87.29	
2	7.50	Lk 1	28.23	
		Lk 2	10.97	

Auflager 1: Anschluss auf Stb.- Stütze in Aufzugsschachtwand, Pos. 1.06.8.1

Auflagerkraft $A_{z,d}$= 191,93*0,9 = 172,74 kN



Träger auf Wand : Auflagerkraft Fd =											
Norm	DIN EN 1993										
Träger	: IPE270										
Stahl	S235	f_{yk}	=	235.0	N/mm²	f_{uk}	=	360.0	N/mm²	γ_{M0}	= 1.00
		$f_{vw,d}$	=	207.8	N/mm²	β_w	=	0.80		γ_{M2}	= 1.25
Beton	: C25/30					f_{cd}	=	14.2	N/mm²		
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
					η =	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
					η =	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
					η =	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
					η =	0.07 < 1

Spannung am Ausrundungsbeginn des Trägerstegs unten :								
σ_{dz} = Fd - 2*F1 / (	233.1	mm *	6.6	mm)	=	-67.85 N/mm²		
Nachweis	σ_d =	67.9	N/mm²	/	f_{yd} =	235.0 N/mm²		
					η =	0.29 < 1		

Nachweis des Auflagers							
σ_d = Fd / (	200.0 mm *	135.0 mm)			=	-6.48	N/mm²
Nachweis		σ_d =	6.5 N/mm²	/ f_{cd}	=	14.2	N/mm²
				η =	0.46	< 1	

max η = 0.58 <= 1 Nachweis für Stegrippen

Auflager 2
Anschluss an Randträger 1.06.3.1

Auflagerkraft $B_{z,d}$= 28,23 · 0,9 = 25,41 kN

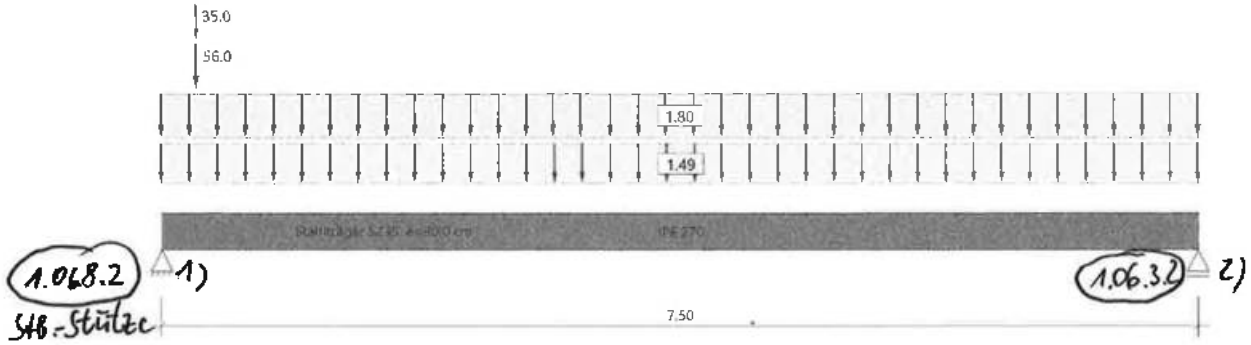
Nachweis bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 1.06.2.3

Deckenträger Bereich Achse C-D, wie 1.06.2.4
Ermittlung der Auflagerkräfte zur Lastweiterleitung

Lasteinflussbreite e=0,90m
g=1,65 kN/m², Trägereigengewicht wird vom Programmsystem berücksichtigt
q= 2,0 kN/m²

Einzellast aus Pos. 1.06.4, Aufl. 3
G= 55,3 kN, Q= 34,7 kN

System



SHB-Stütze

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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/m²]	W2 [kN/m²]	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 - Dreieckslast (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.

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 270 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ 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	67.84	67.84		
		Kat. B: Bürogebäude		45.09		
2	7.50	ständig	9.76	9.76		
		Kat. B: Bürogebäude		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 ls≤0,9m

Belastung
aus Trennwand Flur 2.OG
g_{TW}= 0,8*3,6 = 2,88 kN/m

aus Stütze in Ebene 3, Pos. 2.07.6, mittig aus Wechselträger
$G_{2.07.6}$= 6,33 kN

Nachweise
- bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

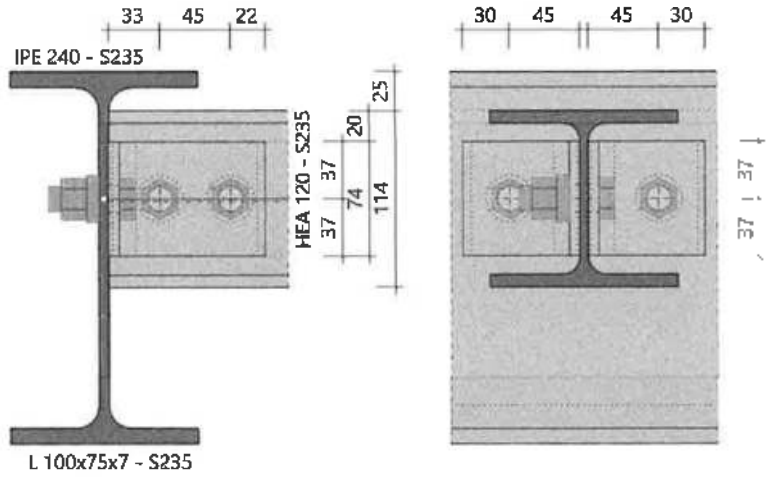
Anschluss an Deckenträger 1.06.2.6
$V_{z,d}$= 1,35*(2,9*0,9/2+6,33/2) = 6,03 kN

Nachweis mit $V_{z,d}$= 10 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_o mm	h_{steg} mm	t_o 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	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	Querschnitt h mm	b mm	ts mm	r mm
L 100x75x7	nach Vorgabe	0	an Nebenträger	74	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	
$e_{2,1}$ mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	$e_{1,2}$ mm
30	45	37	37

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

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe	
$e_{2,1}$ mm	p_2 mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	$e_{1,2}$ 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 cm²	$M_{yy,d}$ 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	Hauptträger					
	kN	e_1 mm	e_2 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	Winkel					
	kN	e_1 mm	e_2 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 cm²	$M_{yy,d}$ 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_z	Nebenträger					
		e_1	e_2	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm			kN	
vert.(z)	17.2	57	33	1.00	1.80	41.5	0.42

Richtung	V_z	Winkel					
		e_1	e_2	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm			kN	
vert.(z)	17.2	37	22	0.69	1.78	78.9	0.22

Abschertragfähigkeit

V_z	α_v	$F_{v,Rd}$	η
kN		kN	
17.2	0.60	60.3	0.29

Blockversagen

Bauteil	A_{nv}	A_{nt}	$V_{eff,2,Rd}$	η
	cm^2	cm^2	kN	
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}	h_{eff}	A_{eff}	$\sigma_{c,d}$	$\sigma_{R,d}$	η
mm	mm	cm^2	N/mm^2	N/mm^2	
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	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	
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*0,90/2	= 0,90 m	
g_{De1}=	1,65* e		=	1,49 kN/m
q_{De1}=	2,0* e		=	1,80 kN/m

aus Trennwand (TW) Flur 2.OG

G_{TW}=	0,8*3,6*e	=	2,59 kN

aus Wechsel , Pos. 1.06.2.5, abzüglich Anteil TW Flur

$G_{1.06.2.5}$=	4,50- (0,8*3,6*0,45)	=	3,20 kN

Nachweise

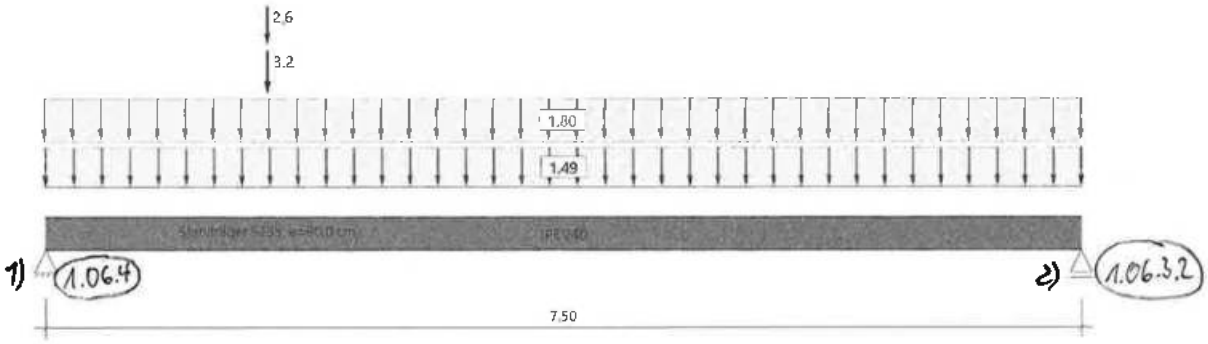
Grundparameter

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	N/mm²
			γ	=	78.50	kN/m³
			G_k	=	80769	N/mm²
			μ	=	0.30	
			β_w	=	0.80	
Streckgrenze	t ≤	40 mm	f_{yk}	=	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm	f_{uk}	=	360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
IPE 240	3892	284	324	47	39.1
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [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/m²]	W2 [kN/m²]	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 - Dreieckslast (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.

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				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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

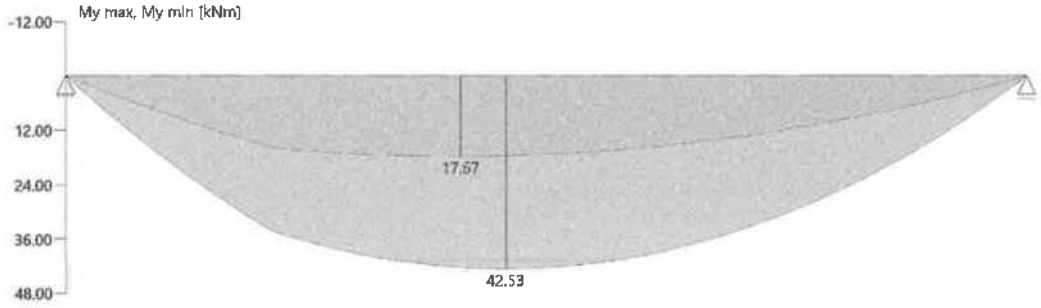
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.49	0.74	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.87

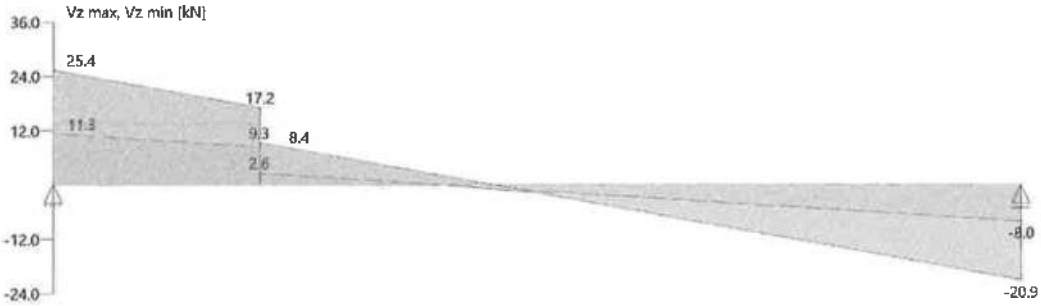
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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	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]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
3.46	1	0.0	42.53	6.54	0.74	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

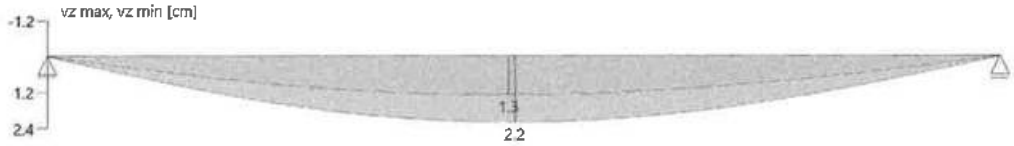
$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd})$ = **0.74**

$M_{y,Ed}$	=	42.53	kNm
M_{cr}	=	95.61	kNm
λ_{lt}	=	0.95	
χ_{lt}	=	0.73	
$M_{y,Rk}$	=	86.45	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

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 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 leff
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*0,9 = 25,35 kN

Aufl. 2, Anschluss an Randträger 1.06.3..2

$V_{z,d}$= 23,19*0,9 = 20,87 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 m	
g_{De1}=	1,65* e			=	0,81 kN/m
q_{De1}=	2,0* e			=	0,98 kN/m

aus Trennwand (TW) Flur 2.OG

G_{TW}=	0,8*3,6*e	=		1,41 kN

aus Stütze in Ebene 3, Pos. 2.07.7

$G_{2.07.7}$=	3,86 kN

aus Träger, Pos. 1.06.4, Aufl. 4

$G_{1.06.4}$=	7,00 kN
$Q_{1.06.4}$=	5,30 kN

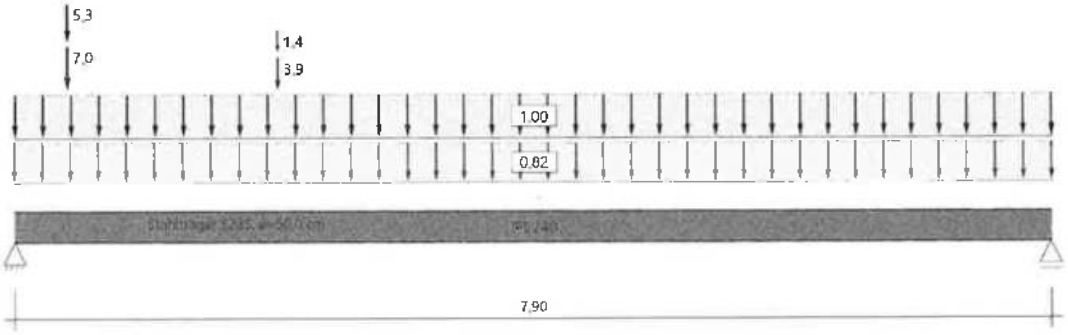
Nachweise

Grundparameter

Stahlträger (e = 50.0 cm), DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

	E_k =	210000	N/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ =	78.50	kN/m³	μ =	0.30
				βw =	0.80
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
IPE 240	3892	284	324	47	39,1
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [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 - Trapezlast (TL), 5 - Dreieckslast (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				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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

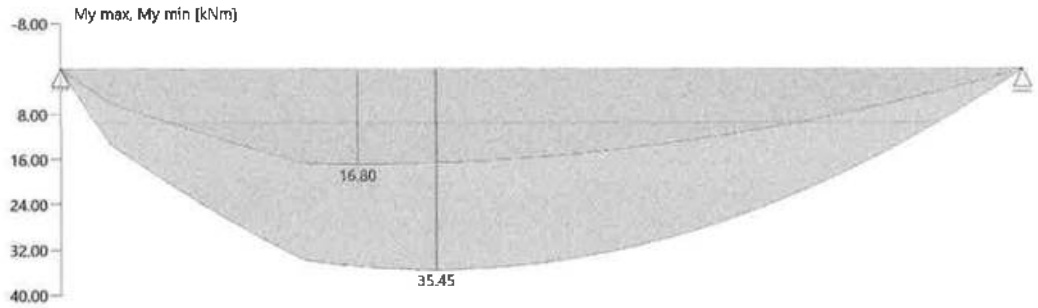
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
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) γ_{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]	Gl	η	Lfk
3.05	1	0.0	35.45	6.54	0.64	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

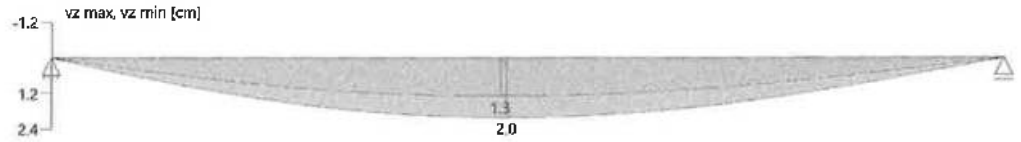
$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) = 0.64$

$M_{y,Ed}$	=	35.45	kNm
M_{cr}	=	86.41	kNm
λ_{lt}	=	1.00	
χ_{lt}	=	0.70	
$M_{y,Rk}$	=	86.45	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

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 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 leff
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	30.15	30.15		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		17.96		
2	7.90	ständig	12.33	12.33		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		8.44		

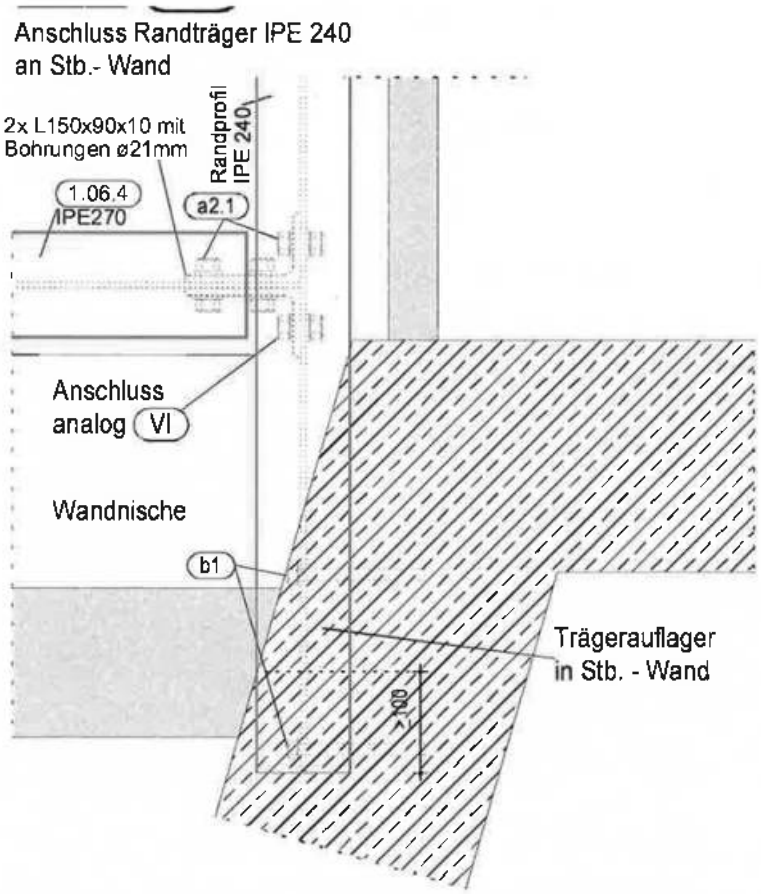
Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

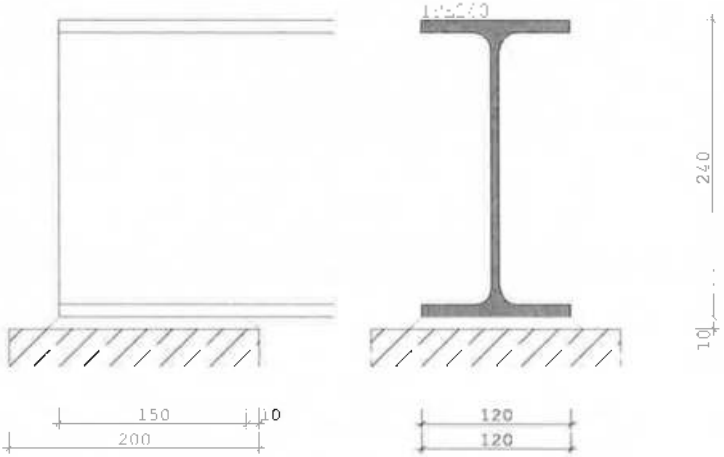
Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	67.65	
		Lk 2	30.15	
2	7.90	Lk 1	29.31	
		Lk 2	12.33	

Aufl. 1, Anschluss an Stahlbetonwand Bühnenturm

$V_{z,d}$= 67,65* 0,5 = 33,83 kN

Geometrie:





Träger auf Wand : Auflagerkraft Fd =												
								40.00 kN				
Norm	DIN EN 1993											
Träger	: IPE240											
Stahl	S235	f_{yk}	=	235.0	N/mm²	f_{uk}	=	360.0	N/mm²	γ_{M0}	=	1.00
		$f_{vw,d}$	=	207.8	N/mm²	β_w	=	0.80		γ_{M2}	=	1.25
Beton	: C20/25					f_{cd}	=	11.3	N/mm²			
Auflager	: Mörtelfuge			150	/	120	/	10	mm			

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

Mittragende Längen	Leff	=	193.1 mm, tw	=	6.2	mm	
Grenzkraft	FRd=tw*Leff*fyk/1.1			=	255.79	kN	
Nachweis	Fd / FRd			=	40.00 kN /	255.79 kN	
					η_2 =	0.16 < 1	

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

Schnittgrößen	NEd	=	0.00 kN					
	VEd	=	40.00 kN					
	MEd	=	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 Querbelastung und Moment+N nach DIN EN 1993-1-5,7.2

$\eta_2 + 0.8*\eta_1$ = 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

σ_d	= Fd / (	150.0 mm *	120.0 mm)			=	-2.22 N/mm²
Nachweis		σ_d	=	2.2 N/mm² /	f_{cd}	=	11.3 N/mm²
					η	=	0.20 < 1

max η = 0.35 <= 1 Flanschbiegung

Aufl. 1, Anschluss an Randträger 1.06.3.1

$V_{z,d}$= 29,31*0,5 = 14,65 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 m
$G_{1.06.2.2_1_2}$= $8,08*e_{1_2}$ = 6,38 kN
$Q_{1.06.2.2_1_2}$= $7,50*e_{1_2}$ = 5,92 kN

Pos. 1.06.2.4, Aufl. 2
mit e_3= 0,79 m
$G_{1.06.2.4_3}$= $10,97*e_3$ = 8,67 kN
$Q_{1.06.2.4_3}$= $8,94*e_3$ = 7,06 kN

Pos. 1.06.2.3, Aufl. 2
mit e_{4_5}= 1,00 m
$G_{1.06.2.3_4_5}$= $15,12*e_{4_5}$ = 15,12 kN
$Q_{1.06.2.3_4_5}$= $5,05*e_{4_5}$ = 5,05 kN

Pos. 1.06.2.2, Aufl. 2
mit e_6= (0,80+0,71)/2 = 0,76 m
$G_{1.06.2.2_6}$= $8,08*e_6$ = 6,14 kN
$Q_{1.06.2.2_6}$= $7,50*e_6$ = 5,70 kN

aus Trennwand in Ebene 3
aus Treppenraumwand
über Deckenebene
g_{TW1}= 0,8*2,70 = 2,16 kN/m

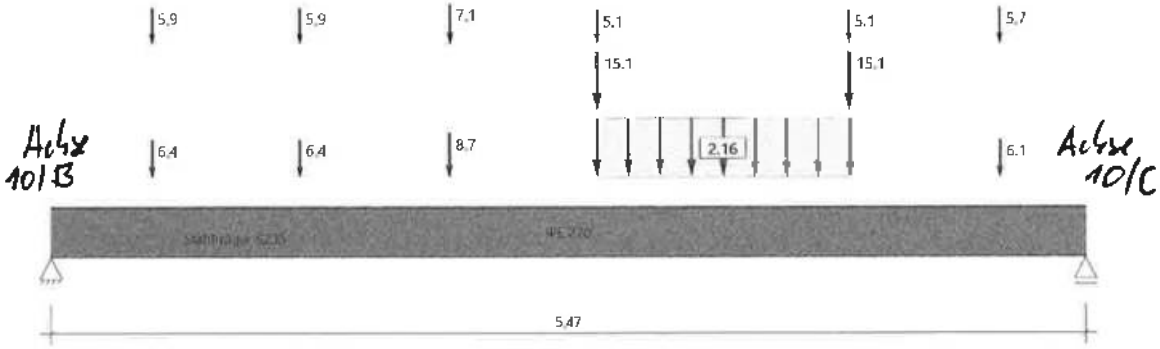
Nachweise

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

				E_k	=	210000 N/mm²
				γ	=	78.50 kN/m³
				G_k	=	80769 N/mm²
				μ	=	0.30
				β_w	=	0.80
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk}	=	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk}	=	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
IPE 270	5790	420	429	62	45.9
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	5.47	-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	[ ]	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 : 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	1.06.2.2
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 - Dreieckslast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
13	TW

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 197 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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)		:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten		:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung		:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach		:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim}	=	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim}	=	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim}	=	Felder l_{eff}/ 300

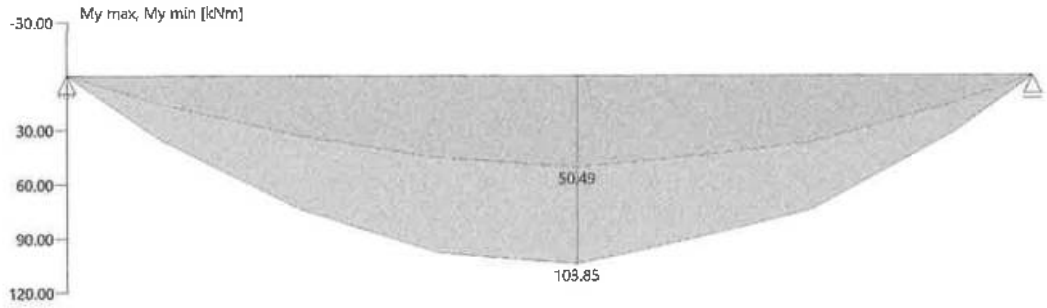
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.91	1.00	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			1.01!

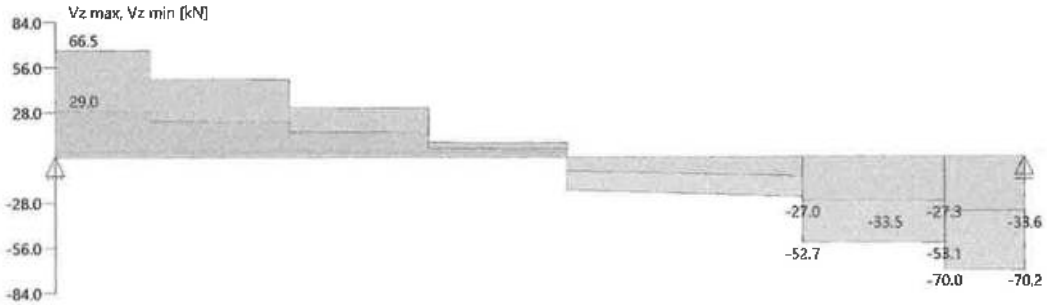
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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)

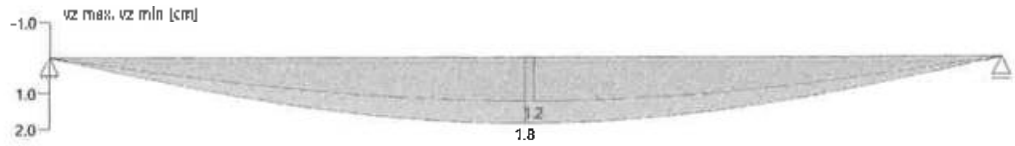
$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) = 1.00$

$M_{y,Ed}$	=	104.03	kNm
M_{cr}	=	1457.27	kNm
λ_{lt}	=	0.28	
χ_{lt}	=	1.00	
$M_{y,Rk}$	=	114.06	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

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 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 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	2.88	5.47	0.00	5.47	1.2	1.8	1.8	1.01	I	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 leff
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	29.0	29.0		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		18.2		
2	5.47	ständig	33.6	33.6		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		16.5		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1	66.5	
		Lk 2	29.0	
2	5.47	Lk 1	70.2	
		Lk 2	33.6	

Anschluss an Bestandstützen Pos. 2.04, Achsen 10/B, 10/C

Nachweis mit $V_{z,d}$= 80 kN

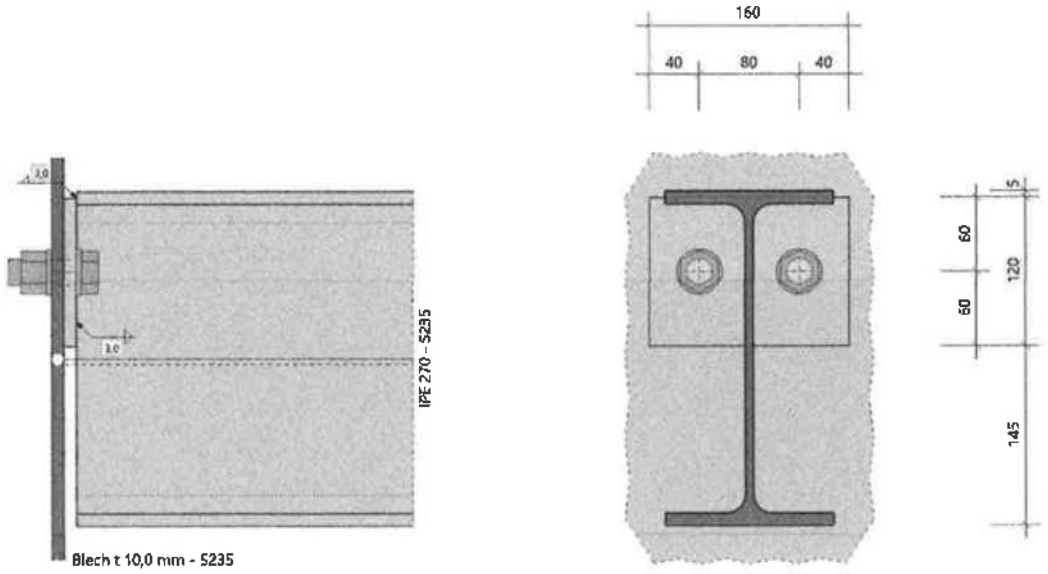
Variante 1; Verschraubung Stirnplatte mit L- Profilen mit Verschraubung M20, Fkl. 10.9

Nachweis mit 2xM20

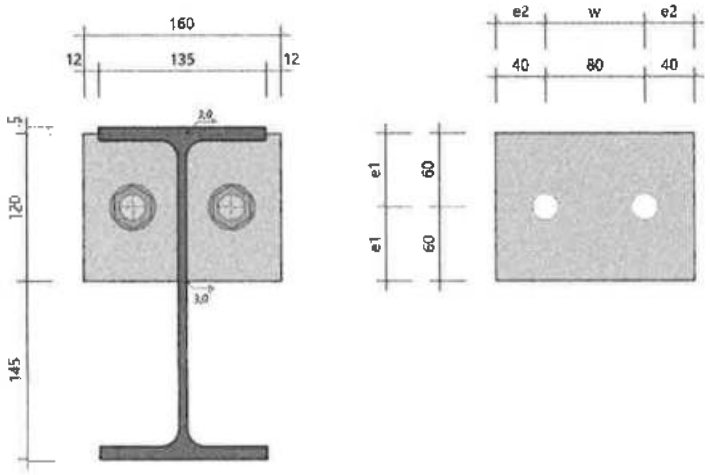
Grundparameter

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	bo mm	to mm	ts mm	r mm	bu mm	tu mm
Träger Blech	IPE 270	S235 S235	270	135	10	7 10	15	135	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_{zd} kN
1	Lfk<1>	80.0

maßgebende Schnittgrößen für Bemessung

Stelle	V_{zd} kN
Stabachse im Anschluss	80.0

Ergebnisse

Beanspruchbarkeiten

erforderliche Dicke lastabtragendes Bauteil t_u mm	$V_{i,Rd}$ kN	Versagensmodus
3.7	107.5	B s

Zusammenfassung

Auslastung aus Querkraft η = **0.74**

Stirnplatte mit ausreichender Duktilität für Verwendung in zweiseitigen Anschlüssen.

Variante 2:
Anschluss mit Hohlraumbefestigung, z.B. Fa. Lindapter, Hollo-Bolt

Hollo-Bolt, gewählt: M16

Bolzen∅ d = 25,5 mm
Loch∅ d_0 = 26,0 mm

System:
Kopfplatte t_{QRO} = 15,0 mm
L- Profil t_{PI} = 15,0 mm
Randbstand in KR e_1 = 85,0 mm
Schraubenabstand in KR p_1 = 100,0 mm
Randabstand _I_KR e_2 = 50,0 mm
Schraubenabstand _I_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
γ_{M0} = 1,00
γ_{M2} = 1,25

Prüfung der Rand- und Lochabstände:
kleinste Abstände:

$1{,}2 * d_0 / e_1$ = **0,37 ≤ 1**

$1{,}2 * d_0 / e_2$ = **0,62 ≤ 1**

$2{,}2 * d_0 / p_1$ = **0,57 ≤ 1**

größte Abstände:

t = $MIN(t_{QRO};t_{Pl})$ = 15,0 mm

p_{max} = $MIN(14*t;200)$ = 200,0 mm

p_1 / p_{max} = **0,50 ≤ 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 kN

Lochleibung:

α_b = $MIN(\frac{e_1}{3*d_0}; \frac{p_1}{3*d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{u,b}}{f_u}; 1{,}0)$ = 1,00

k_1 = $MIN(2{,}8*\frac{e_2}{d_0}-1{,}7;1{,}4*\frac{p_1}{d_0}-1{,}7;2{,}5)$ = 2,50

$F_{b,Rd}$ = $k_1 * \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} / 1000$ = 275,40 kN

$\frac{F_{A,Ed}}{F_{b,Rd}}$ = **0,07 < 1**

Abscheren:
$F_{v,Rd}$ = 111,20 kN

$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}}$ = **0,18 < 1**

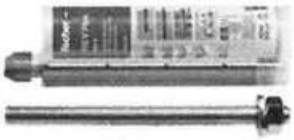
Lasteinleitung in Bestandsstütze Annahme zum Nachweis B25 (C20/25)
gewählt: Verbundanker M16, z.B. Fischer FIS V plus (FIS A. Fkl. 8.8)
Setztiefe 150mm

Kraft je L- Profil
$F_{z,d}$= 80/2 = 40,00 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, Erteilungsdatum 13.11.2020

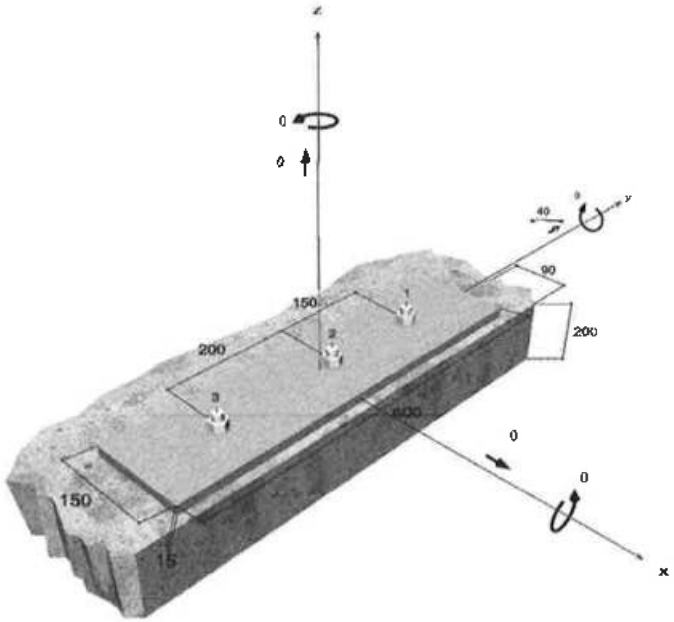


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

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	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 : N/mm²
Resultierende Zugkraft : kN , X/Y Position (/)
Resultierende Druckkraft : kN , X/Y Position (/)

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung βv %
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

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

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 63{,}00kN = 63{,}00kN$$ Gl. (7.35)f (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	$\beta_{Vs;1}$
2	26,5	2	$\beta_{Vs;2}$
3	26,5	3	$\beta_{Vs;3}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

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

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 52{,}40kN = 104{,}80kN$$ Gl. (7.39c)

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{c,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$ Gl. (7.13)

$$N_{Rk,p} = 45{,}24kN \cdot \frac{242.790mm^2}{190.969mm^2} \cdot 0{,}824 \cdot 1{,}106 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 52{,}40kN$$

$$N^0_{Rk,p} = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1{,}00 \cdot \pi \cdot 16mm \cdot 150mm \cdot 6{,}0N/mm^2 = 45{,}24kN$$ Gl. (7.14)

$$\Psi_{sus} = 1{,}00$$ Gl. (7.14a)

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

$$s_{cr,Np} = min\left(7{,}3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,cr}\right)^{0,5};\ 3 \cdot h_{ef}\right)$$ Gl. (7.15)

Gl. (7.16)

$$\Psi_{s,Np} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{90mm}{219mm} = 0{,}824 \leq 1$$ Gl. (7.20)

$$\Psi_{g,Np} = \Psi^0_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^0_{g,Np} - 1\right)$$ Gl. (7.17)

$$\Psi_{g,Np} = 1{,}289 - \sqrt{\frac{175mm}{437mm}} \cdot \left(1{,}289 - 1\right) = 1{,}106 \geq 1$$

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1\right) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5}$$ Gl. (7.18)

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{3} - \left(\sqrt{3} - 1\right) \cdot \left(\frac{6{,}0N/mm^2}{8{,}4N/mm^2}\right)^{1,5} = 1{,}289 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d}\sqrt{h_{ef} \cdot f_{rk}} = \frac{7{,}7}{3{,}14 \cdot 16mm}\sqrt{150mm \cdot 20{,}0N/mm^2} = 8{,}4N/mm^2$$ Gl. (7.19)

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2c_c}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Nyc} \cdot \Psi_{ec,Nyg} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.21)

$$\Psi_{re,Np} = 1{,}000$$ Gl. (7.5)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{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

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

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

$$V_{Rk,c} = 13{,}24kN \cdot \frac{83.700mm^2}{36.450mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 2{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 60{,}80kN$$

$$V^0_{Rk,c} = k_3 \cdot d^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$$ Gl. (7.41)

$$V^0_{Rk,c} = 1{,}7 \cdot \left(16mm\right)^{0,129} \cdot \left(150mm\right)^{0,071} \cdot \sqrt{20{,}0N/mm^2} \cdot \left(90mm\right)^{1,5} = 13{,}24kN$$

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{150mm}{90mm}} = 0{,}129 \qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d}{c_1}\right)^{0,2} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{16mm}{90mm}\right)^{0,2} = 0{,}071$$ Gl. (7.42/7.43)

$$\Psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5c_1} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{135mm}{1{,}5 \cdot 90mm} = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.45)

$$\Psi_{h,V} = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5c_1}{h}}\right) = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 90mm}{200mm}}\right) = 1{,}000 \geq 1$$ Gl. (7.46)

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ \alpha_V\right)^2 + \left(0{,}5 \cdot sin\ \alpha_V\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ 90{,}0\right)^2 + \left(0{,}5 \cdot sin\ 90{,}0\right)^2}} = 2{,}000 \geq 1$$ Gl. (7.48)

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2\,e_c}{3\,c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 90mm}} = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.47)

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

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
60,80	1,50	40,53	40,00	98,7

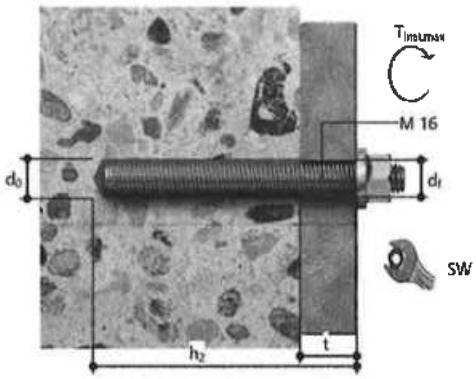
Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3	98,7	1	$\beta_{V,c;1}$

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 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 165 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 150 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 160 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 = 15 mm
Gesamte Befestigungsdicke	t_{fix} = 15 mm
Tfix,max	
Mörtelvolumen je Bohrloch	20 ml/10 Skalenteile



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

mit e_1=		(0,815+0,85)/2	=	0,83 m
$G_{1.06.2.2_1}$=	8,08*e_1		=	6,71 kN
$Q_{1.06.2.2_1}$=	7,50*e_1		=	6,22 kN

Pos. 1.06.2.6, Aufl. 2

mit e_{2_3}=				0,85 m
$G_{1.06.2.6_2_3}$=	8,84*e_{2_3}		=	7,51 kN
$Q_{1.06.2.4_2_3}$=	7,5*e_{2_3}		=	6,38 kN

Pos. 1.06.2.2, Aufl. 2

mit e_4=				0,85 m
$G_{1.06.2.2_4}$=	8,08*e_4		=	6,87 kN
$Q_{1.06.2.2_4}$=	7,50*e_4		=	6,38 kN

Pos. 1.06.2.4, Aufl. 2

mit e_5=		(0,85+0,70)/2	=	0,78 m
$G_{1.06.2.4_5}$=	9,76*e_5		=	7,61 kN
$Q_{1.06.2.4_5}$=	8,80*e_5		=	6,86 kN

Pos. 1.06.2.2, Aufl. 2

mit e_6=				0,70 m
$G_{1.06.2.2_6}$=	8,08*e_6		=	5,66 kN
$Q_{1.06.2.2_6}$=	7,50*e_6		=	5,25 kN

Pos. 1.06.2.7, Aufl. 2

mit e_7=		0,70/2+0,14	=	0,49 m
$G_{1.06.2.7_7}$=	12,33*e_7		=	6,04 kN
$Q_{1.06.2.7_7}$=	8,44*e_7		=	4,14 kN

Nachweise

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

Grundparameter

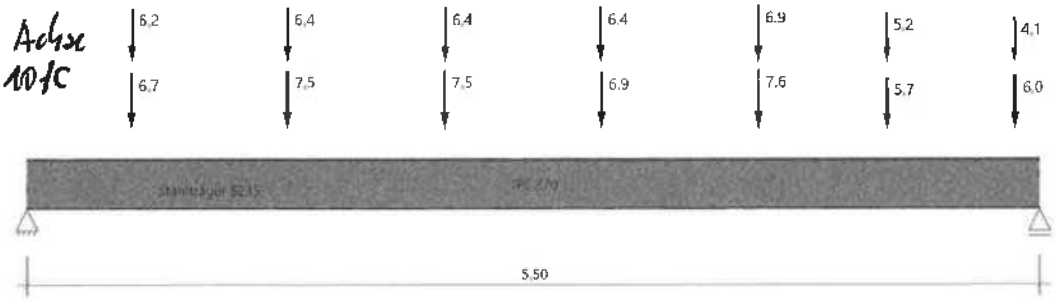
Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Achse 101D

Achse 101C



Material

Material S235

	E_k	= 210000	N/mm²	G_k	= 80769	N/mm²
	γ	= 78.50	kN/m³	μ	= 0.30	
				β_w	= 0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk}	= 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk}	= 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
IPE 270	5790	420	429	62	45.9
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	5.50	-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	[ ]	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	[ ]	EG	Zus	Alt
	10	kraft	3.97	6.9	kN	Kat. C		
	11	kraft	4.67	5.7	kN	ständig		
	12	kraft	4.67	5.3	kN	Kat. C		
	13	kraft	5.37	6.0	kN	ständig		
	14	kraft	5.37	4.1	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	1.06.2.2
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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

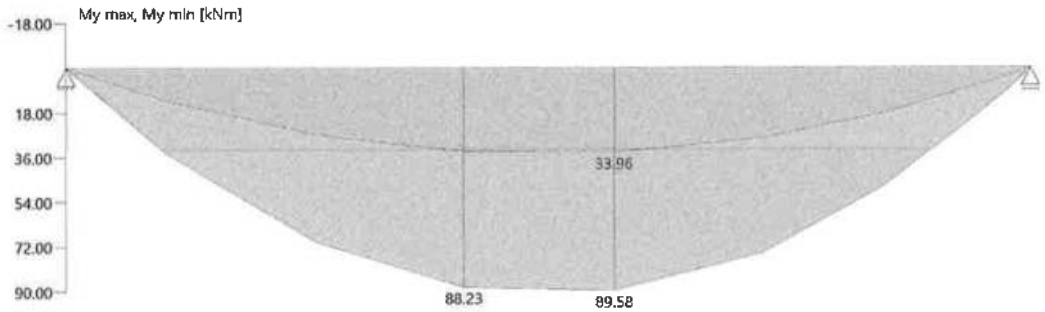
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.79	0.86	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.89

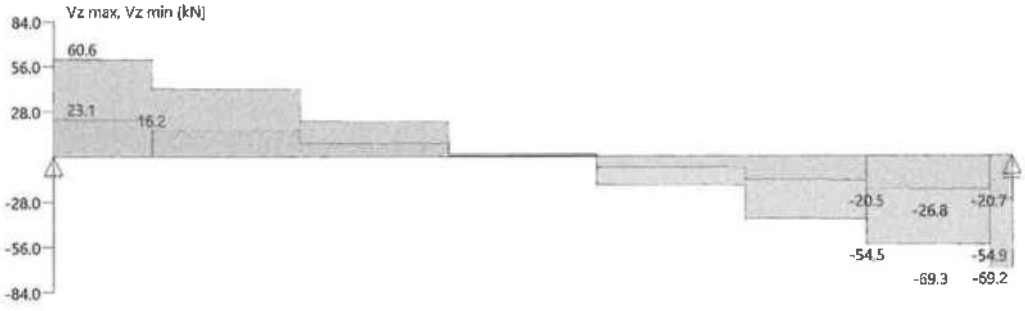
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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	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]	Gl	η	Lfk
3.12	1	0.0	89.17	6.54	0.86	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

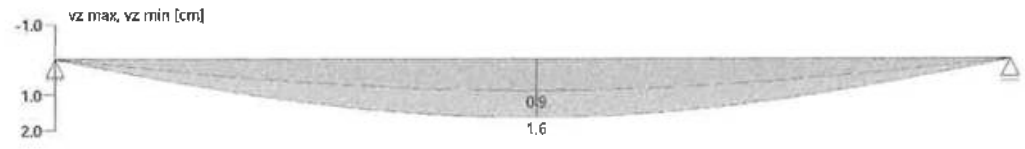
$M_{y,Ed}$ / (χ_{lt} * $M_{y,Rd}$) = 0.86

$M_{y,Ed}$	=	89.17	kNm
M_{cr}	=	1393.28	kNm
λ_{lt}	=	0.29	
χ_{lt}	=	1.00	
$M_{y,Rk}$	=	114.06	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

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	23.1	23.1		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		19.6		
2	5.50	ständig	26.8	26.8		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		22.0		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1	60.6	
		Lk 2	23.1	
2	5.50	Lk 1	69.3	
		Lk 2	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 kN/m
q_{De1}=			7,50 kN/m

als Linienlasten bereichsweise auf Träger angesetzt

Einzelllasten aus Deckenträger Pos. 1.06.2.3, Aufl. 1

G_1=			18,14 kN
Q_1=			7,09 kN

Einzelllasten aus Stichträger Pos. 1.06.2.2.1 (Stichträger), Aufl. 1

G_2=	4,21*0,7	=	2,95 kN
Q_2=	3,00*0,7	=	2,10 kN

Einzelllasten aus Deckenträger Pos. 1.06.2.6, Aufl. 1
(Differenz aus Auflagerkraft und durch Linienlast berücksichtigter Beanspruchung)

G_3=	(12,54- g_{De1})* 0,9	=	2,52 kN
Q_2=	(7,5-7,5)*0,9	=	0,00 kN

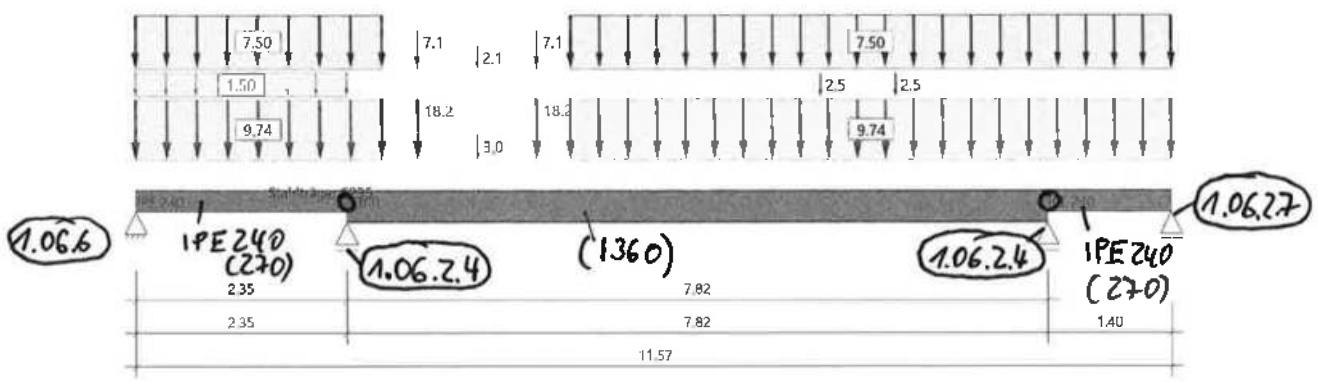
Trägerabschnitt 1
aus Wandabschnitt von OK Deckenebene - Podestebene (Zugang Maschinenraum Aufzug

g_{W1}=		1,50 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 N/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ =	78.50 kN/m³	μ =	0.30
			β_w =	0.80
Streckgrenze	t ≤	40 mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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 cm
- in Feld 2 bei x = 782 cm

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	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

Seitliche Halterung in y-Richtung : im Abstand x0 = 1.00 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 - Dreieckslast (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 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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

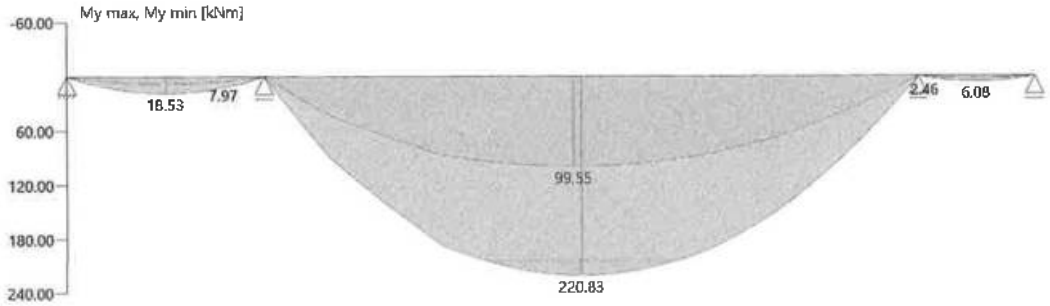
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.74	0.85	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.94

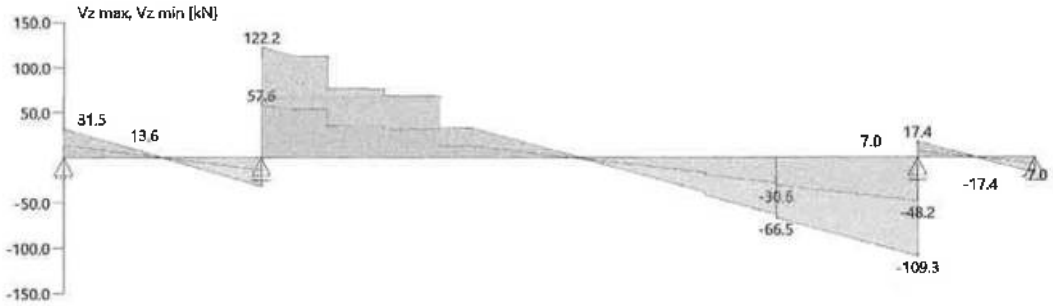
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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	31.5	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	max	-31.5	
		0.00	min	77.8	
				122.2	max
				-31.5	min
2	10.17	0.00	max	-48.2	
		0.00	min	17.4	
				17.4	max
				-109.3	min

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 Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) =$ **0.85**

$M_{y,Ed}$	=	220.78	kNm
M_{cr}	=	1316.99	kNm
λ_{lt}	=	0.48	
χ_{lt}	=	0.96	
$M_{y,Rk}$	=	299.50	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis für Lk 6 bei x = 6.00 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

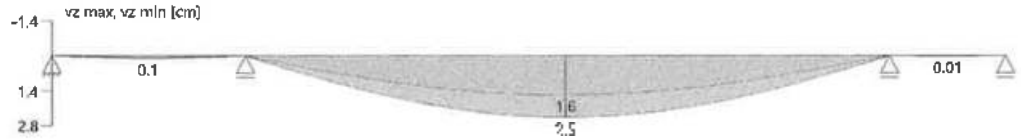
Gelenke charakteristisch max/min je Ewg mit zugehörigen Schnittkräften

Nr	x [m]	Einwirkung	$M_{y,k}$ [kNm]	$V_{z,k}$ [kN]	
1	2.35	ständig		57.6	max
				-13.6	min
		Kat. C: Versammlungsbereiche		29.6	max
				-8.8	min
2	10.17	ständig		7.0	max
				-48.2	min

Nr	x [m]	Einwirkung	$M_{y,k}$ [kNm]	$V_{z,k}$ [kN]	
		Kat. C: Versammlungsbereiche		5.3	max
				-29.4	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]	$f_{z,g}$ [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)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
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	13.6	13.6		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		8.8		
2	2.35	ständig	71.2	71.2		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		38.4		
3	10.17	ständig	55.3	55.3		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		34.7		
4	11.57	ständig	7.0	7.0		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		5.3		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

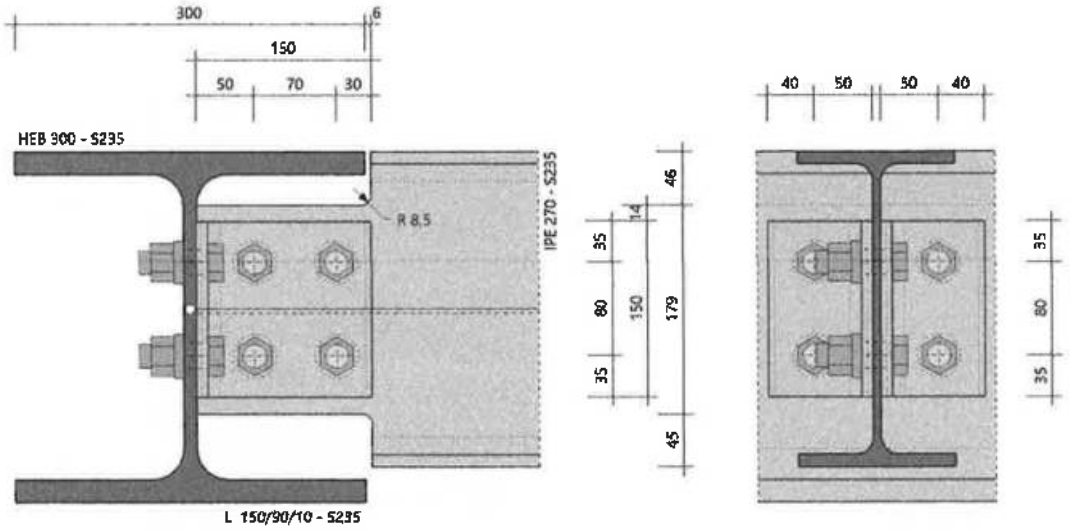
Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 5 Lk 2	31.5 13.6	
2	2.35	Lk 5 Lk 2	153.8 71.2	
3	10.17	Lk 6 Lk 2	126.6 55.3	
4	11.57	Lk 6 Lk 2	17.4 7.0	

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	bo mm	hsteg mm	to mm	ts mm	r mm	bu mm	tu mm
Hauptträger	HEB 300	300	300	208	19	11	27	300	19
Nebenträger	IPE 270	270	135	220	10	7	15	135	10
Nebenträger	Ausklinkung	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

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Höhe unten eT2 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe he 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	Querschnitt 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

$V_{z,d}$ kN	I_p cm²	$M_{yv,d}$ kNm	$V_{a,d}$ 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	η
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

$V_{z,d}$ kN	I_p cm²	$M_{yv,d}$ kNm	$V_{a,d}$ 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	Nebenträger											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	α_v	$F_{v,Rd}$	η
kN		kN	
23.8	0.60	94.1	0.25

Blockversagen

Bauteil	A_{nv}	A_{nt}	$V_{eff,2,Rd}$	η
	cm^2	cm^2	kN	
Nebenträger	6.3	5.7	168.6	0.24
Winkel	8.2	6.7	207.7	0.10

Querschnittsnachweis im Auskllnkungsbereich 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	$\sigma_{d,V}$	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	
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	$\sigma_{d,V}$	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	20.0	85	-1.70	235.0	135.7	-45.3	20.0	45.3	0.19

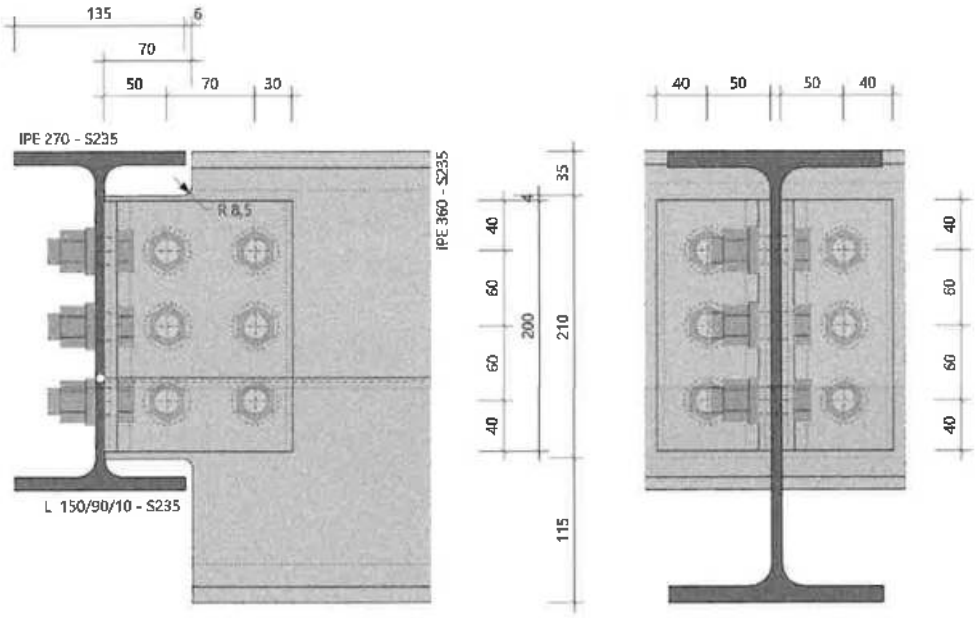
mittlerer Trägerabschnitt
Anschluss an Deckenträger Pos. 1.06.2.4

Nachweis mit IPE360, $V_{z,d}$= 125 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_u 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	Ausklinkung	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

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Höhe unten eT2 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h_s mm	Radius Brennschnitt r mm
beidseitig, mit Brennschnitt	35	115	70	210	8.5

Winkel

Name	Anordnung			Abmessungen				
	Lage	Abstand uw mm	langer Schenkel	Länge l mm	Querschnitt h mm	b mm	ts mm	r mm
L 150/90/10	nach Vorgabe	4	an Nebenträger	200	150	90	10	10

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d_0 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 cm²	$M_{yv,d}$ 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	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)	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	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)	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 cm²	$M_{yv,d}$ 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	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)	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	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)	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} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ 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 cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	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 mm	b mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
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 $V_{z,d}$= 17,4kN

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= 3,6m, g= 0,80 kN/m²
g_{LTW}= 0,8*3,6 = 2,88 kN/m

Einzellast aus Pos. 1.06.2.1.1
$G_{1.06.2.1.1}$= 31,06*0,43= 13,36 kN

- Nutzlasten
Deckenträgerauflager Pos. 1.06.2.1 q_1= 5,75 kN/m

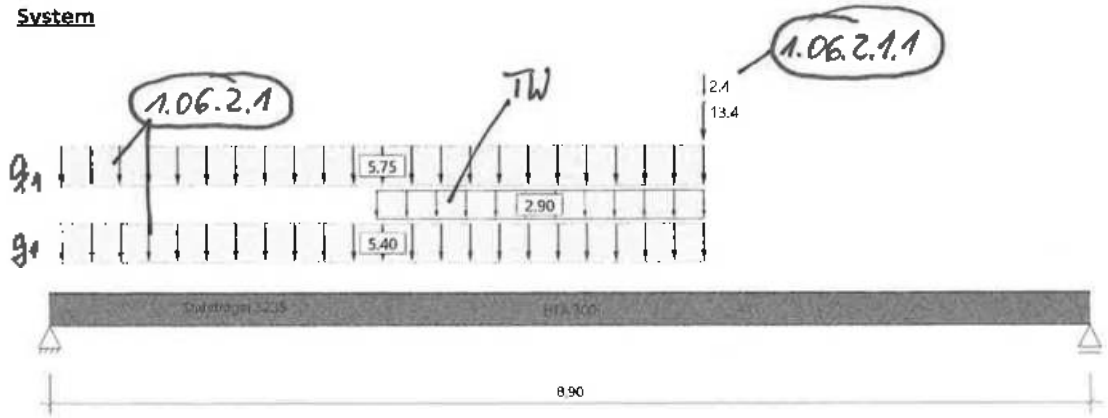
Einzellast aus Pos. 1.06.2.1.1, Aufl.1
$Q_{1.06.2.1.1}$= 5,65*0,43 = 2,43 kN

gewählt: **HEA300, S235**

Nachweise

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

System



Material

Material S235

				E_k =	210000	N/mm²
				γ =	78.50	kN/m³
				G_k =	80769	N/mm²
				μ =	0.30	
				β_w =	0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 300	18300	6310	1260	421	113.0
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	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		
	2	kraft	5.60	2.4	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	1.06.2.1.1
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		
	4	TL	0.10	5.50		5.75	5.75	Ja	Kat. C		
	5	TL	2.80	2.80		2.90	2.90	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

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				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
ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)		:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten		:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,Inf}$)
Querschnittsbemessung		:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach		:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =		5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =		Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =		Felder l_{eff}/ 300

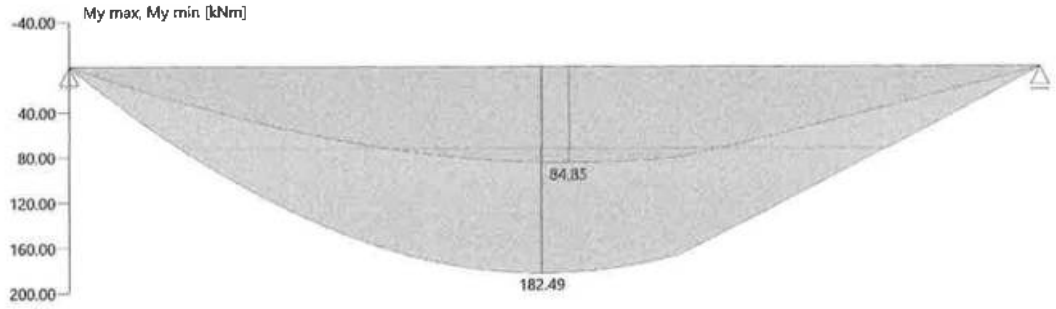
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.56	0.63	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.91

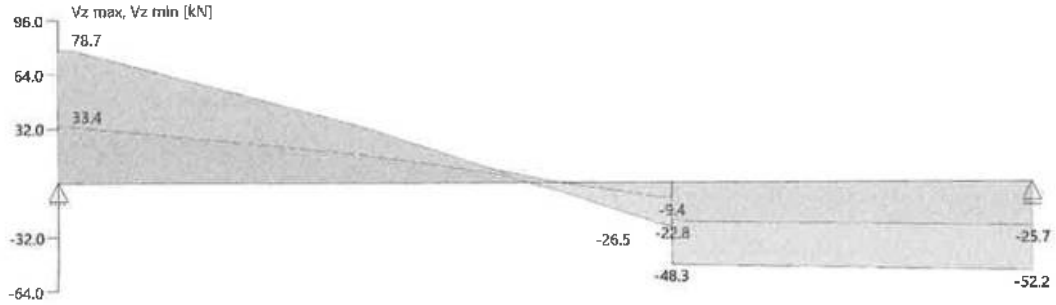
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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]	Gl	η	Lfk
4.29	1	0.0	182.46	6.54	0.63	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

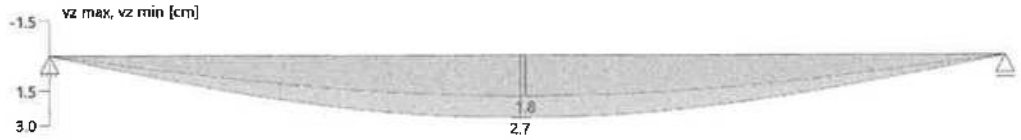
$M_{y,Ed} / (\chi_k * M_{y,Rd})$ = **0.63**

$M_{y,Ed}$	=	182.46 kNm
M_{cr}	=	1471.17 kNm
λ_{lt}	=	0.47
χ_{lt}	=	0.97
$M_{y,Rk}$	=	326.14 kNm
γ_{M1}	=	1.10

Nachweis für Lk 1 bei x = 4.29 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	4.35	0.0	2.7	2.7	0.54	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	4.35	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 leff
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	33.4	33.4		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		22.4		
2	8.90	ständig	25.7	25.7		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		11.7		

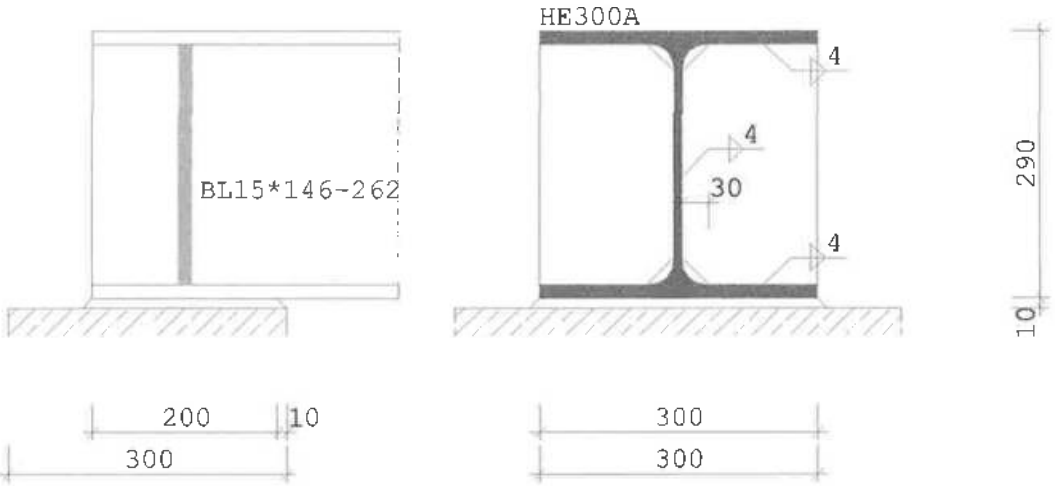
Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1	78.7	
		Lk 2	33.4	
2	8.90	Lk 1	52.2	
		Lk 2	25.7	

Auf. 1, Adsc A110,

Anschluss auf Stb.- Stütze 1.06.9.3 , $V_{z,d}$ = 78,7 kN

Nachweis mit $V_{z,d}$= 90 kN



Träger auf Wand : Auflagerkraft Fd =												90.00 kN
Norm	DIN EN 1993											
Träger	: HE300A											
Stahl	S235	f_{yk}	=	235.0	N/mm²	f_{uk}	=	360.0	N/mm²	γ_{M0}	=	1.00
		$f_{vw,d}$	=	207.8	N/mm²	β_w	=	0.80		γ_{M2}	=	1.25
Beton	: C25/30					f_{cd}	=	14.2	N/mm²			
Auflager	: Mörtelfuge			200	/	300	/	10	mm			

Nachweis des Trägers mit dreiseitigem Rippenanschluß							
Rippe	Breite	bR =	145.8	mm	<= maxbR =	145.8	mm
	Höhe	hR =	262.0	mm			
	Aussparung	cR =	30.0	mm			
	Dicke	tR =	15.0	mm	>= erftR =	13.2	mm
					η =	0.88	
Kraft pro Rippe	vertikal :				horizontal :		
	F1 =	28.88	kN		F2 =	9.69	kN

Doppelkehlnaht am belasteten unteren Flansch (Index 1) :

Geometrie	Dicke	aw1 =	4.0	mm				
	Länge	lw1 =	115.8	mm				
	Fläche	Aw1 =	926.0	mm²				
Spannungen		$\sigma_{wd,1}$ =	31.2	N/mm²	$\tau_{wd,1}$ =	10.5	N/mm²	
Vergleichsspannung		$\sigma_{wd,V,1}$ =	32.9	N/mm²				
Nachweis		σ_{wd} =	32.9	N/mm² / f_{vwd} =	207.8	N/mm²		
					η =	0.16 < 1		

Doppelkehlnaht am Steg (Index 2) :

Geometrie	Dicke	aw2 =	4.0	mm				
	Länge	lw2 =	202.0	mm				
	Fläche	Aw2 =	1616.0	mm²				
Spannungen		$\tau_{wd,2}$ =	17.9	N/mm²				
Nachweis		σ_{wd} =	17.9	N/mm² / f_{vwd} =	207.8	N/mm²		
					η =	0.09 < 1		

Doppelkehlnaht am unbelasteten oberen Flansch (Index 3) :

Geometrie	Dicke	aw3 =	4.0	mm				
	Länge	lw3 =	115.8	mm				
	Fläche	Aw3 =	926.0	mm²				
Spannungen		$\tau_{wd,3}$ =	10.5	N/mm²				
Nachweis		σ_{wd} =	10.5	N/mm² / f_{vwd} =	207.8	N/mm²		
					η =	0.05 < 1		

Spannung am Ausrundungsbeginn des Trägerstegs unten :									
σ_{dz} = Fd - 2*F1 / (	283.2	mm *	8.5	mm)	=	-13.39	N/mm²		
Nachweis		σ_d =	13.4	N/mm² /	f_{yd} =	235.0	N/mm²		
					η =	0.06 < 1			

Nachweis des Auflagers							
σ_d	= Fd / (	200.0 mm *	300.0 mm)		=	-1.50	N/mm²
Nachweis		σ_d =	1.5 N/mm²	/ f_{cd} =		14.2	N/mm²
				η =		0.11 < 1	

max η = 0.88 <= 1 Nachweis für Stegrippen

Aufl. 2, Achse A/9

Auflager auf Stb.- Stütze Pos. 1.06.9.1

$V_{z,d}$= 52,2 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 Sützenprofil 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 Sützenprofil unter Podest Pos. 1.06.7.5 HEA140,
$Q_{1.06.7.5}$= 6,60 kN

gewählt: **HEB300, S235**

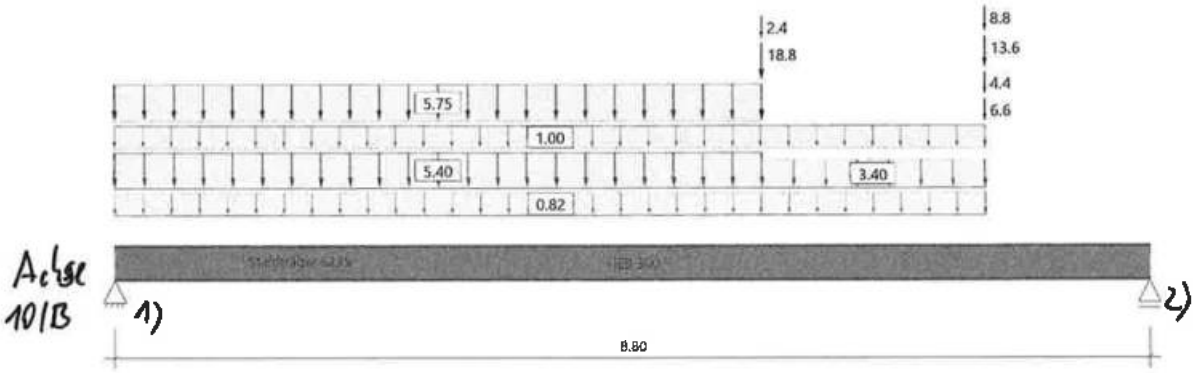
Nachweise

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

			E_k =	210000	N/mm²
			γ =	78.50	kN/m³
			G_k =	80769	N/mm²
			μ =	0.30	
			β_w =	0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} = 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} = 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEB 300	25170	8563	1678	571	149.1
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	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 - Dreieckslast (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 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
ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

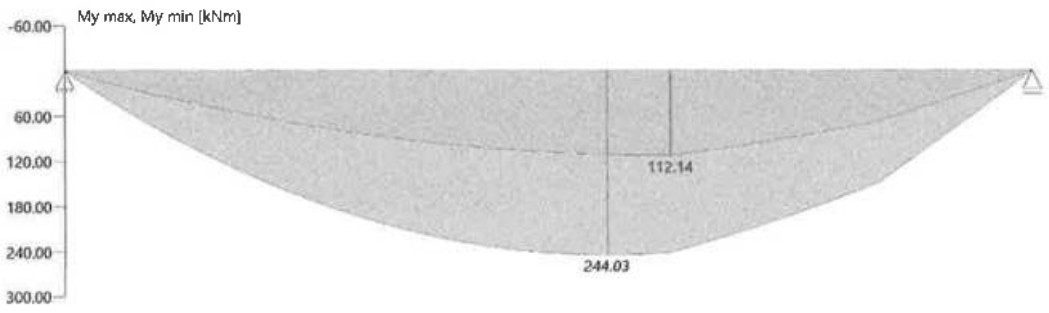
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.55	0.62	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.89

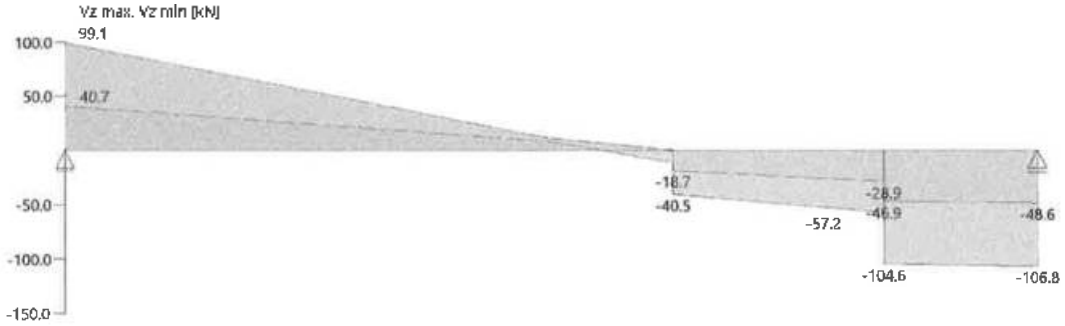
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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	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]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
4.87	1	0.0	244.00	6.54	0.62	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

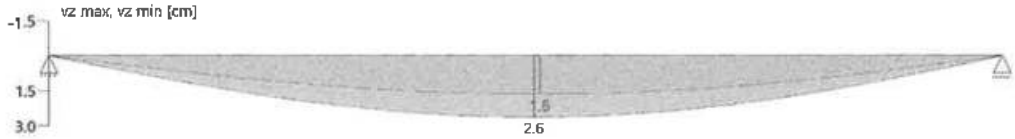
$M_{y,Ed}$ / (χ_{lt} * $M_{y,Rd}$) = **0.62**

$M_{y,Ed}$	=	244.00 kNm
M_{cr}	=	2103.46 kNm
λ_{lt}	=	0.46
χ_{lt}	=	0.98
$M_{y,Rk}$	=	440.21 kNm
γ_{M1}	=	1.10

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 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	

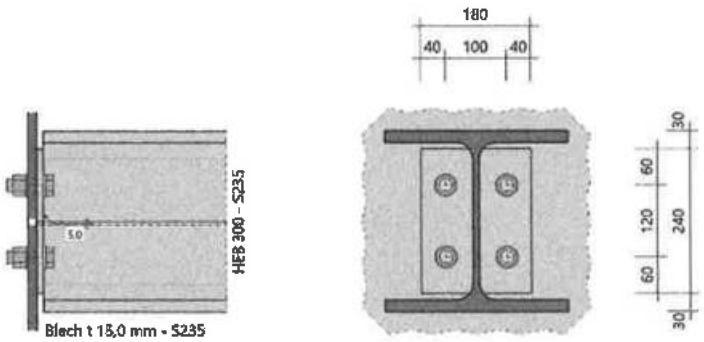
Anschluss an Bestandsstütze Achse B/10, Pos. 2.04 mit verschraubter Kopfplatte

Nachweis mit $V_{z,d}$= 120 kN

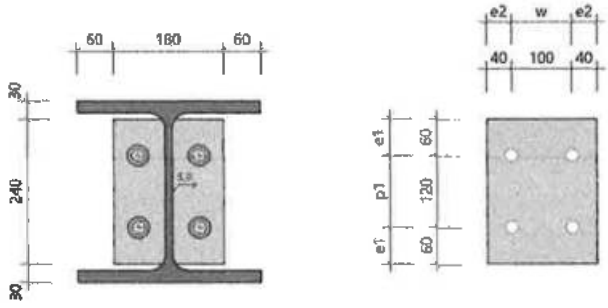
Grundparameter

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_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger Blech	HEB 300	S235 S235	300	300	19	11 15	27	300	19

Stirnplatte

Anordnung	Abmessungen h_p mm	b_p mm	t_p mm	Schweißnaht $a_{w,s}$ 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_u mm	$V_{j,Rd}$ kN	Versagensmodus
6.2	358.2	B s

Zusammenfassung

Auslastung aus Querkraft η = **0.34**

Stirnplatte mit ausreichender Duktilität für Verwendung in zweiseitigen Anschlüssen.

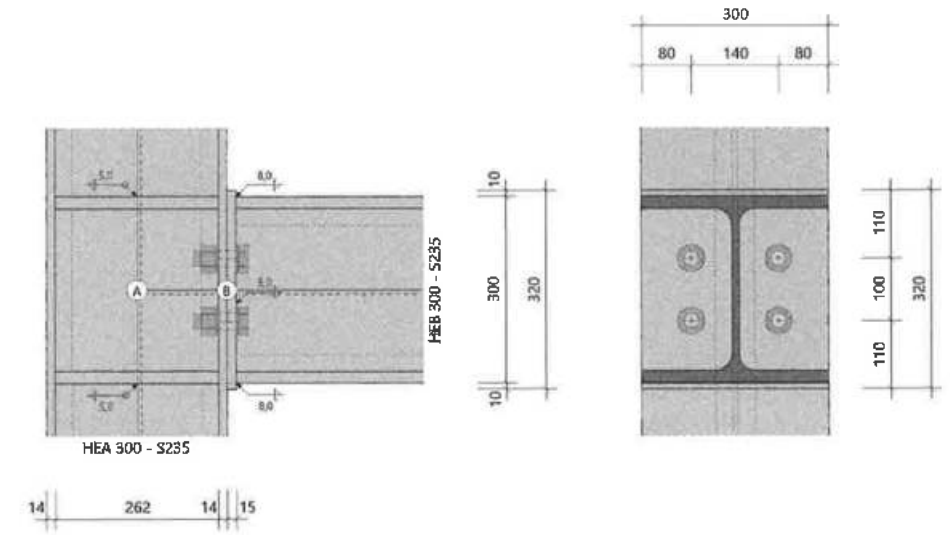
Aufl. 2, Anschluss an Stütze 1.06.9.2 mit verschraubter Kopfplatte

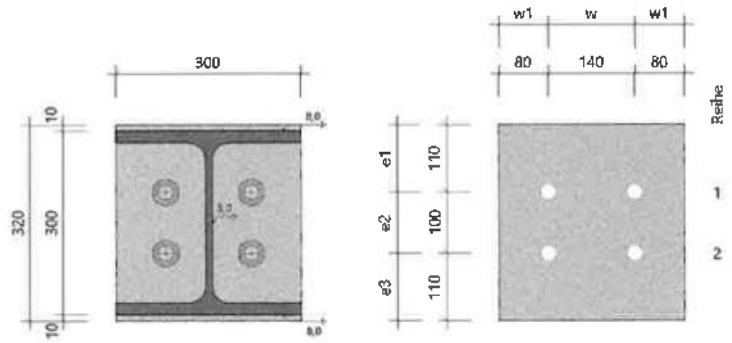
Nachweis mit $V_{z,d}$= 120 kN

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 Iy für Steifigkeit aus Mittelwert der Aussteifung Trägerlänge (Stützenachse - Stützenachse) l = 10.00 m
Querkraft	:	nur über zugfreie Schrauben abtragen V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
Schweißnaht	:	vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System





Modell : einseitiger Träger an durchgehende Stütze — Trägerneigung 0.0°
Schrauben : 4 x M24 - 10.9 (rohe Schraube)

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b_o mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger	HEB 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	do 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	$a_{w,f,o}$ mm	$a_{w,s}$ mm	$a_{w,f,u}$ 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	$a_{w,1,f}$ mm	$a_{w,2,s}$ mm	$a_{w,3,f}$ 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> β_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 Ausstelfung

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse - Komponentenmethode für positives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	0.0	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	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl] kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	1	80.0	80.0	58.8	73.6	13.22	254.2

Mpl) : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd}$ / l_{eff} im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln 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} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß 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/mm²	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl] 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

Mpl) : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd}$ / l_{eff} im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln 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} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß 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 Gurt	T-Stummel Nr Platte	F_{tRd} kN	Versagensmodus
2	1	1	289.4	Stützenflansch auf Biegung

globale Komponenten Stütze

Stützensteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	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 mm²	$F_{Vwp,Rd}$ kN	$F_{Vwp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm
Schub	3775.0	535.1	74.2	281.0	5.21

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

$h_{,druck}$ mm	$F_{tRd,zug,plastisch}$ kN	$F_{cRd,zug,plastisch}$ kN
19.5	289.4	289.4

M_{asd} kNm	$M_{aRd,elastisch}$ kNm	**$M_{aRd,plastisch}$ 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 mm²	$V_{wp,Rd\ add}$ kN	ds 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 Platte e_1 mm	Randabstand Platte e_2 mm	Randabstand Gurt e_1 mm	Randabstand Gurt e_2 mm	Lochabstand Platte e mm	Lochabstand Gurt e mm	e_3 mm	Tragfähigkeit Platte $k_1*\alpha$	Tragfähigkeit Platte $V_{i,Rd}$ kN	Tragfähigkeit Gurt $k_1*\alpha$	Tragfähigkeit Gurt $V_{i,Rd}$ 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 mm²	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

	Zuggurt (konstruktiv) Träger unten			Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	3.0	-	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	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,p}$ kNm/rad
7.530	-	190.5	1.869	2.00	11409.0	5704.5

Klassifizierung aus Momentenbeanspruchung

nach Tragfähigkeit			nach Steifigkeit		
Klassifizierung	$M_{pldTräger}$ kNm	$M_{pldStütze}$ kNm	Klassifizierung	$L_{Träger}$ m	$I_{yTräger}$ cm⁴
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/mm²	η	σ_w N/mm²	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	η = **0.32**	Tragfähigkeit	M_{Rd}
Verbindung V	η = **0.42**	Tragfähigkeit	V_{Rd}
Verbindung Schweißnaht	η = **0.30**	Stirnplatte Steg	
Steifen	η = **0.16**	Schweißnaht	
Schubfeld	η = **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*1,00/2 = 1,00 m

g_{De1}= 2,0* e = 2,00 kN/m

q_{De1}= 5,0* e = 5,00 kN/m

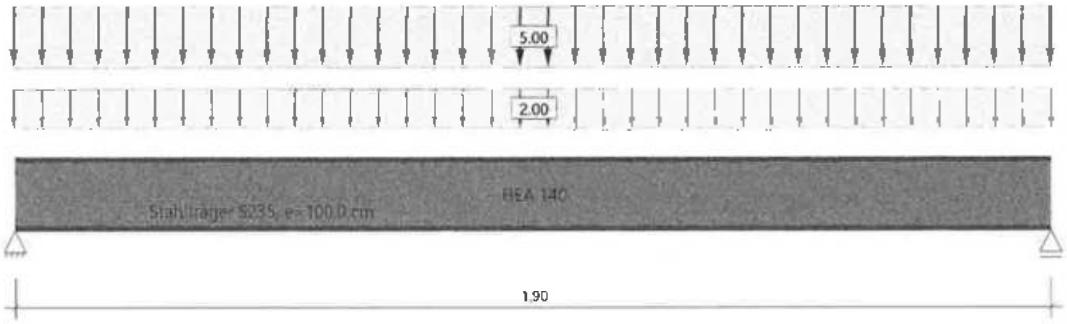
gewählt: **HEA140 L= 1900mm, S235**

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

				E_k =	210000	N/mm²
				γ =	78.50	kN/m³
				G_k =	80769	N/mm²
				μ =	0.30	
				βw =	0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 140	1030	389	155	56	31.4
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	1.90	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : in den Viertelspunkten 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 - Dreieckslast (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				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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

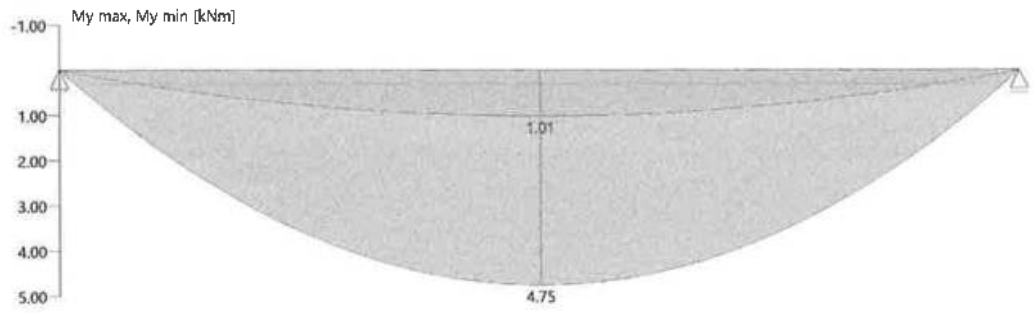
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.12	0.13	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.09

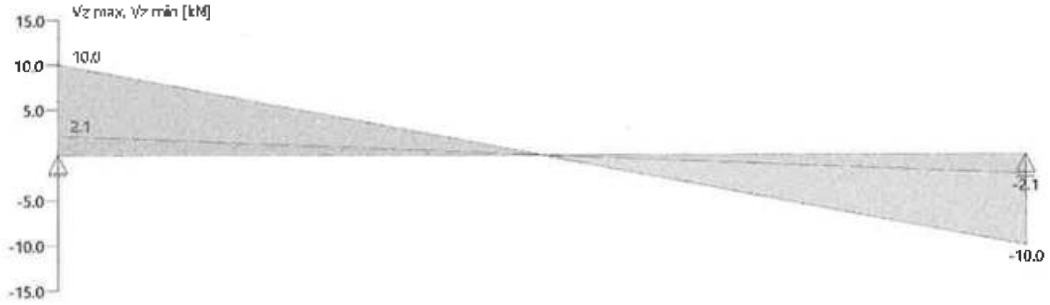
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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	10.0	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]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
0.95	1	0.0	4.75	6.54	0.13	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

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

$M_{y,Ed}$	=	4.75 kNm
M_{cr}	=	2839.73 kNm
λ_{lt}	=	0.12
χ_{lt}	=	1.00
$M_{y,Rk}$	=	40.86 kNm
γ_{M1}	=	1.10

Nachweis für Lk 1 bei x = 0.95 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	0.95	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]	$f_{z,g}$ [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)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
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	2.1	2.1		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		4.8		
2	1.90	ständig	2.1	2.1		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		4.8		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

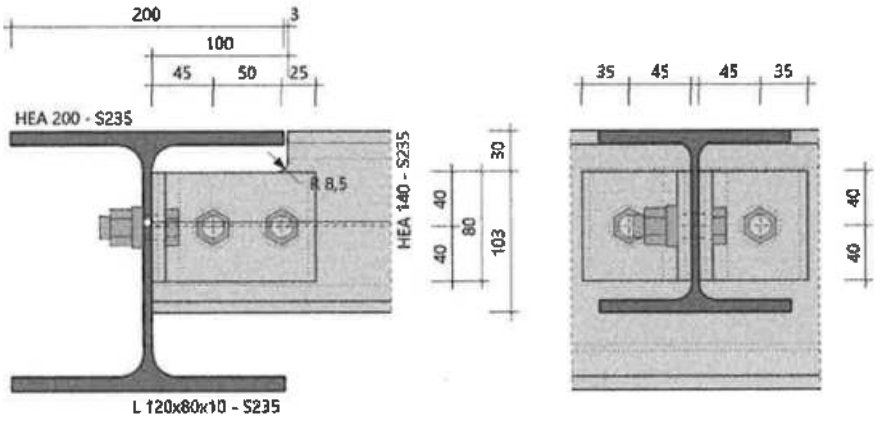
Auflager	x [m]	Lk	Rz [kN]	My [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	10.0 2.1	
2	1.90	Lk 1 Lk 2	10.0 2.1	

Anschluss an Randträger 1.06.7.2 / 1.06.7.4
Trägeranschluss mit verschraubten Winkelprofilen

Nachweis mit $V_{z,d}$= 10 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	bo mm	hsteg mm	to mm	ts mm	r mm	bu mm	tu mm
Hauptträger	HEA 200	190	200	134	10	7	18	200	10
Nebenträger	HEA 140	133	140	92	9	6	12	140	9
Nebenträger	Ausklinkung	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

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe ha 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	Querschnitt h mm	b mm	ts mm	r mm
L 120x80x10	nach Vorgabe	0	an Nebenträger	80	120	80	10	11

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	do 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	
$e_{2,1}$ mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	$e_{1,2}$ mm
35	45	40	40

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

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe	
$e_{2,1}$ mm	p_2 mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	$e_{1,2}$ 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

$V_{z,d}$ kN	I_p cm²	$M_{yv,d}$ 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 e_1 mm	e_2 mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ 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 e_1 mm	e_2 mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ 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

$V_{z,d}$ kN	I_p cm²	$M_{yv,d}$ 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 e_1 mm	e_2 mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
vert.(z)	19.0	40	45	0.74	2.19	41.1	0.46

Richtung	V_a kN	Winkel e_1 mm	e_2 mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ 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	A_{nv} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ 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} cm²	$\sigma_{c,d}$ N/mm²	$\sigma_{R,d}$ N/mm²	η
26	10	2.6	24.3	235.0	0.10

Querschnittsnachweis im Auskllnkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (T - unten)					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h mm	t_s mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
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 mm	b mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
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 m

*g= 2,25*e = 2,14 kN/m*

zum Nachweis angesetzt,

g= 2,50 kN/m

- Nutzlasten

q= 5,0*e = 4,75 kN/m

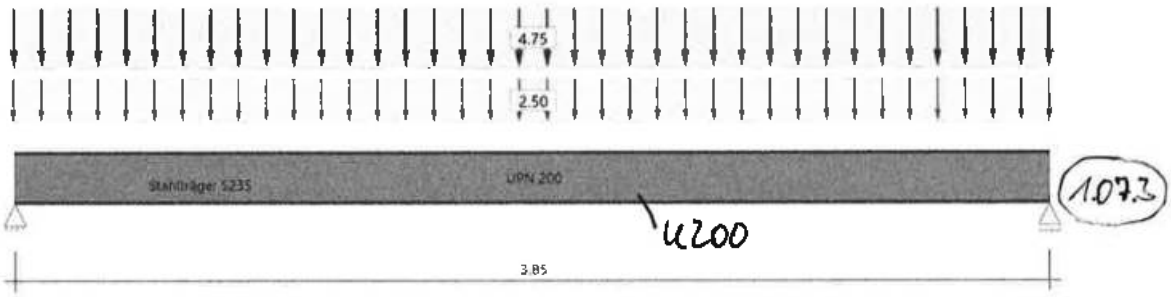
gewählt: **U200 L= 3850mm, S235**

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

Systembild



Material

Material S235

	E_k	= 210000	N/mm²	G_k	= 80769	N/mm²
	γ	= 78.50	kN/m³	μ	= 0.30	
				β_W	= 0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk}	= 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk}	= 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
UPN 200	1910	148	193	32	32.2
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	3.85	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : in den Viertelspunkten 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 - Dreieckslast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 97 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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,Inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

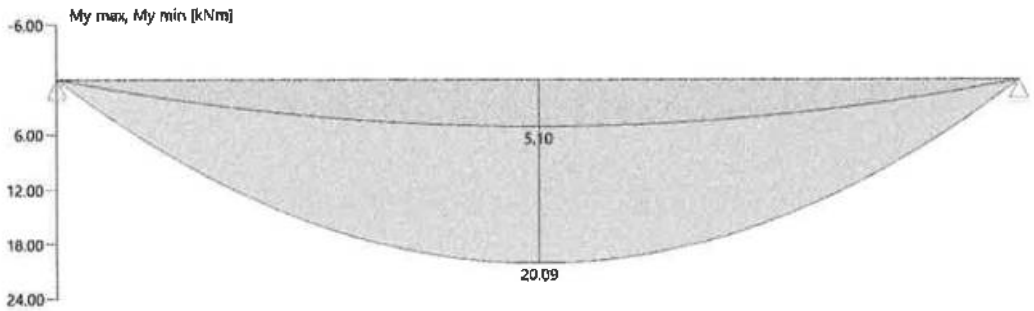
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.38	-	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.42
- Nachweis Biegedrillknicken kann für dieses Profil nicht geführt werden.				

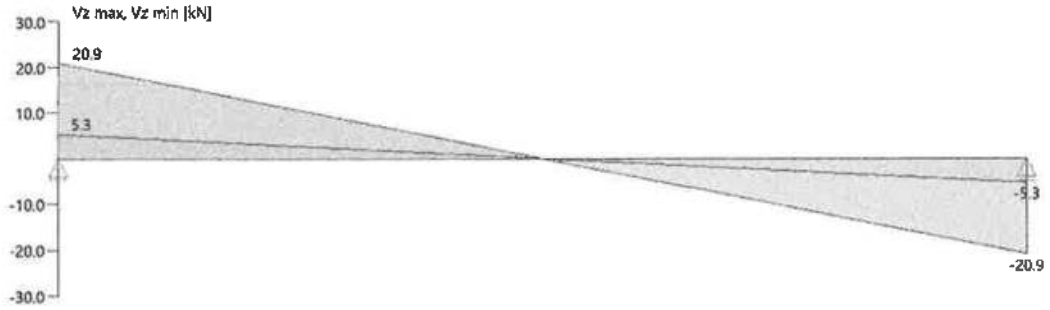
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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	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]	$f_{z,g}$ [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)
$f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
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	5.3	5.3		
		Kat. B: Bürogebäude		9.1		
2	3.85	ständig	5.3	5.3		
		Kat. B: Bürogebäude		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

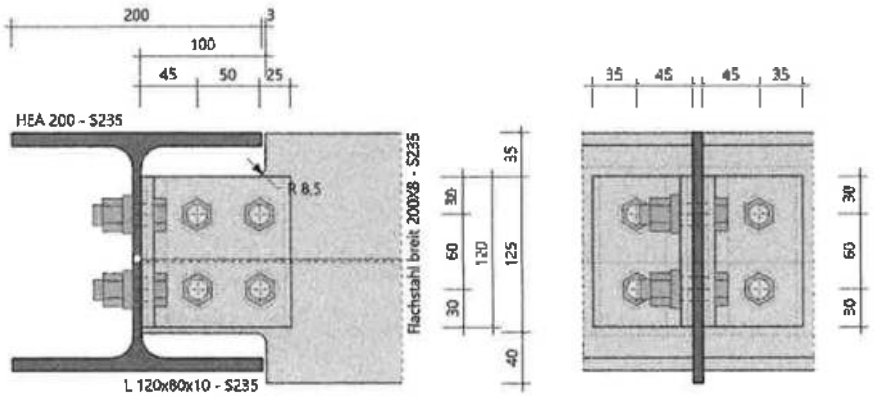
Anschluss an Randträger 1.06.7.3
Trägeranschluss mit verschraubten Winkelprofilen

Nachweis mit $V_{z,d}$= 22 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	bo mm	hsteg mm	to mm	ts mm	r mm	bu mm	tu 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 ha 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	Querschnitt h mm	b mm	ts mm	r mm
L 120x80x10	nach Vorgabe	0	an Nebenträger	120	120	80	10	11

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	dc 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	$V_{z,d}$ 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 cm²	$M_{yv,d}$ 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	Hauptträger											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
	kN	mm	mm	mm	mm								
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	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
	kN	mm	mm	mm	mm								
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 cm²	$M_{yv,d}$ 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	Nebenträger											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	α_v	$F_{v,Rd}$	η
kN		kN	
14.0	0.60	60.3	0.23

Blockversagen

Bauteil	A_{nv}	A_{nt}	$V_{eff,2,Rd}$	η
	cm^2	cm^2	kN	
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	$\sigma_{d,v}$	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	
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	$\sigma_{d,v}$	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	
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=2,1m.

- Eigenlasten:
Lasteinflussbreite angrenzendes Podest, Randfeld

e=	0,8/2	=	0,40 m	
g_{De}=	*2,0*e*	=	*0,80 kN/m*	
aus Trennwand				
g_{TW}=	0,8*2,3	=	1,84 kN/m	
g=			$g_{TW}+g_{De}$ =	2,64 kN/m

zum Nachweis angesetzt, g=3,0 kN/m

aus Pos. 1.06.7.2 Randprofil
G_1= 5,30 kN

- Nutzlasten

q=	5,0*e	=	2,00 kN/m

aus Pos. 1.06.7.2 Randprofil
Q_1= 9,10 kN

gewählt: **HEA200, S235**

Nachweise

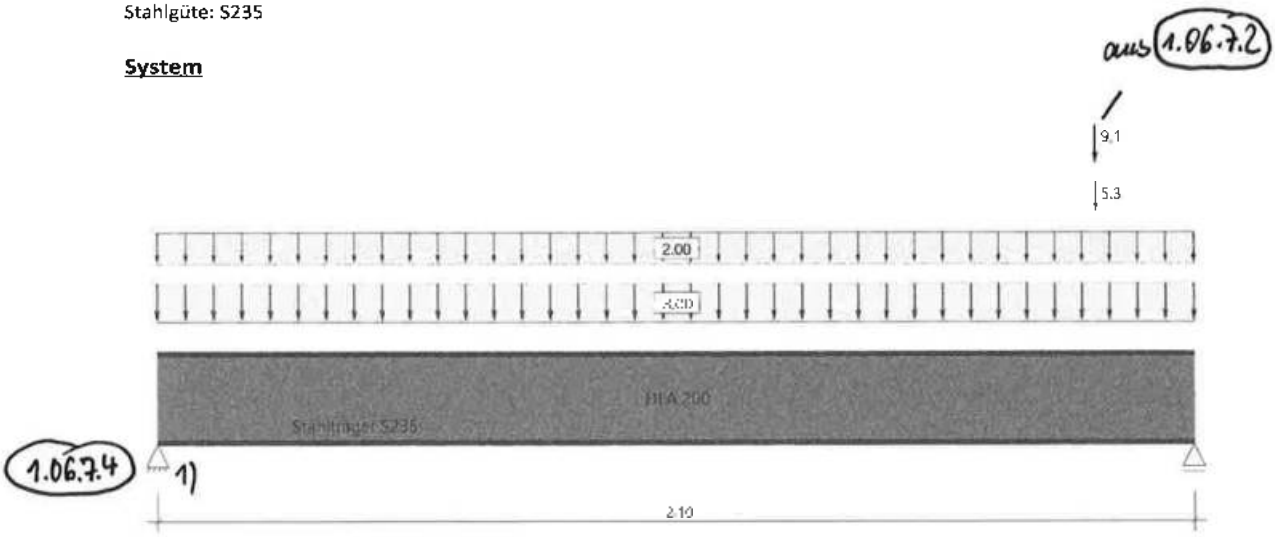
Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System

aus 1.06.7.2



Material

Material S235

			E_k =	210000	N/mm²	
			γ =	78.50	kN/m³	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²
				G_k =	80769	N/mm²
				μ =	0.30	
				βw =	0.80	

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 200	3692	1336	389	134	53.8
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [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 Viertelspunkten am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	1.90	5.3	kN	ständig		
	2	kraft	1.90	9.1	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

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		
	4	GL		2.10		2.00		Ja	Kat. B		

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 = 89 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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

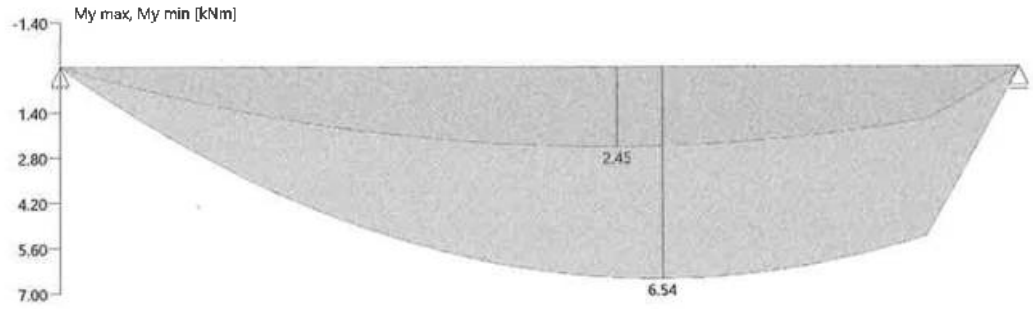
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.11	0.07	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			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) γ_{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	10.0	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]	Qkl	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)

$M_{y,Ed}$ / (χ_{lt} * $M_{y,Rd}$) = **0.07**

$M_{y,Ed}$	=	6.54 kNm
M_{cr}	=	9918.61 kNm
λ_{lt}	=	0.10
χ_{lt}	=	1.00
$M_{y,Rk}$	=	101.24 kNm
γ_{M1}	=	1.10

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]	$f_{z,g}$ [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)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
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	

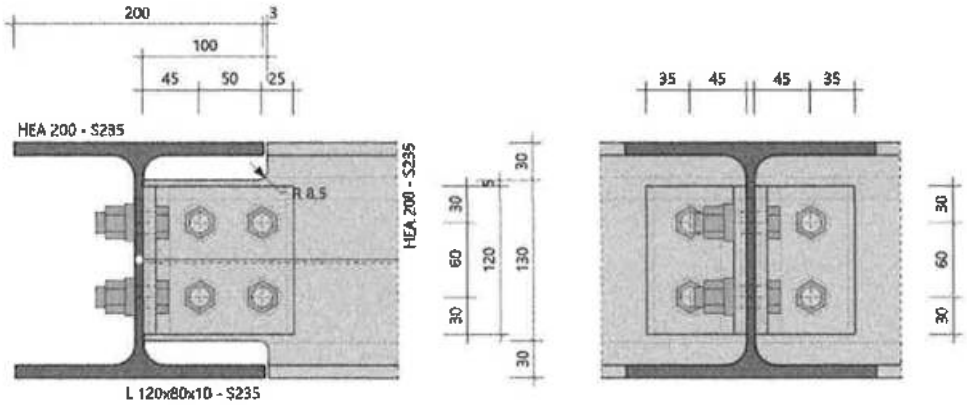
Anschluss an Randträger 1.06.7.4
Trägeranschluss mit verschraubten Winkelprofilen

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_o mm	h_{steg} mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Hauptträger	HEA 200	190	200	134	10	7	18	200	10
Nebenträger	Ausklinkung	130		134		7			

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	Querschnitt 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		
$e_{2,1}$ mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	p1 mm	$e_{1,2}$ 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		
$e_{2,1}$ mm	p2 mm	$e_{2,2}$ mm	$e_{1,1}$ mm	p1 mm	$e_{1,2}$ 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 - schnittige Verbindung 1 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
6.0	18.0	0.27	5.4	3.0	4.5

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V_a	Hauptträger											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	α_v	$F_{v,Rd}$	η
kN		kN	
5.4	0.60	30.1	0.18

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

$V_{z,d}$	I_p	$M_{yy,d}$	$V_{a,d}$	$V_{az,d}$	$V_{ax,d}$
kN	cm^2	kNm	kN	kN	kN
12.0	61.0	0.84	7.7	6.4	4.1

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V_a	Nebenträger											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	Winkel											
		e_1	p_1	e_2	p_2	Mitte				Rand			
						α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm	mm	mm			kN				kN	
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	α_v	$F_{v,Rd}$	η
kN		kN	
7.7	0.60	60.3	0.13

Blockversagen

Bauteil	A_{nv}	A_{nt}	$V_{eff,2,Rd}$	η
	cm^2	cm^2	kN	
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	$\sigma_{d,v}$	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	
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	$\sigma_{d,v}$	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	
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= 1,5m
Feld 2, l_2= 2,2m.

Lastzusammenstellung siehe 1.06!

- Eigenlasten:
Lasteinflussbreite angrenzendes Podest, Randfeld

e=	1,9/2	=	0,95 m	
g_{De}=	*2,25*e*	=	*2,14 kN/m*	
aus Trennwand				
g_{TW}=	0,8*2,3	=	1,84 kN/m	
g=			$g_{De}+g_{TW}$ =	3,98 kN/m

aus Pos. 1.06.7.3 Randprofil, Aufl. 1
G_1= 4,10 kN

- Nutzlasten

q=	5,0*e	=	4,75 kN/m

aus Pos. 1.06.7.4 Randprofil, Aufl. 1
Q_1= 3,00 kN

gewählt: **HEA200, S235**

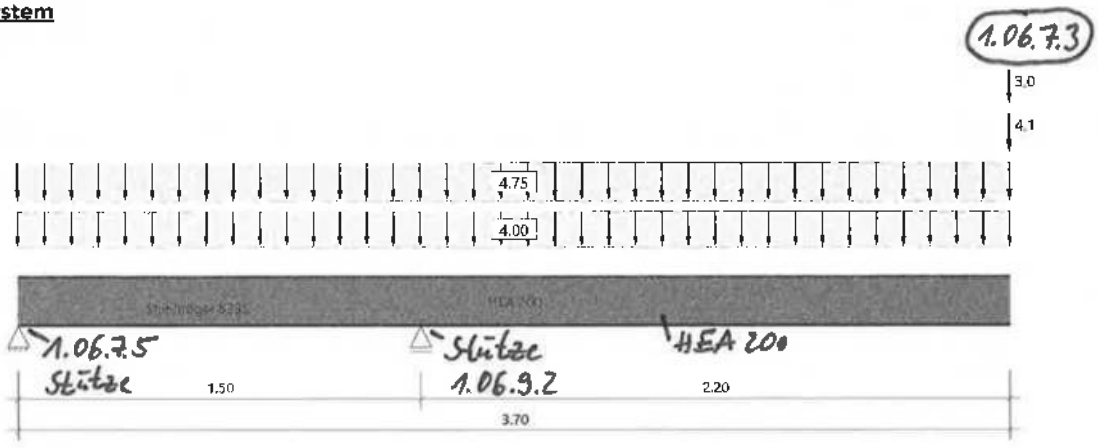
Nachweise

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

				E_k =	210000	N/mm²
				γ =	78.50	kN/m³
				G_k =	80769	N/mm²
				μ =	0.30	
				β_w =	0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 200	3692	1336	389	134	53.8
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	1.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : in den Viertelspunkten 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 - Dreieckslast (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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

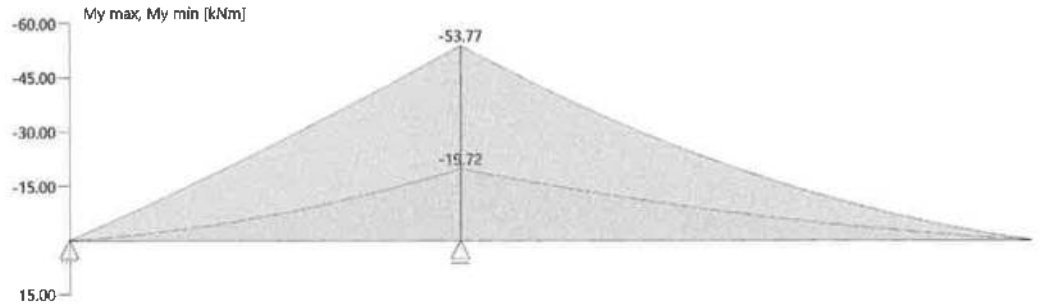
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.53	0.59	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.81

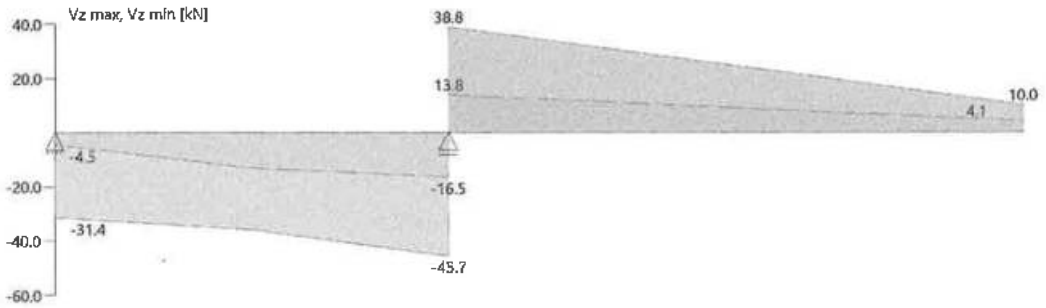
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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)

$M_{y,Ed}$ / (χ_{lt} * $M_{y,Rd}$) = **0.59**

$M_{y,Ed}$	=	53.77	kNm
M_{cr}	=	550.29	kNm
λ_{lt}	=	0.43	
χ_{lt}	=	0.99	
$M_{y,Rk}$	=	101.24	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

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

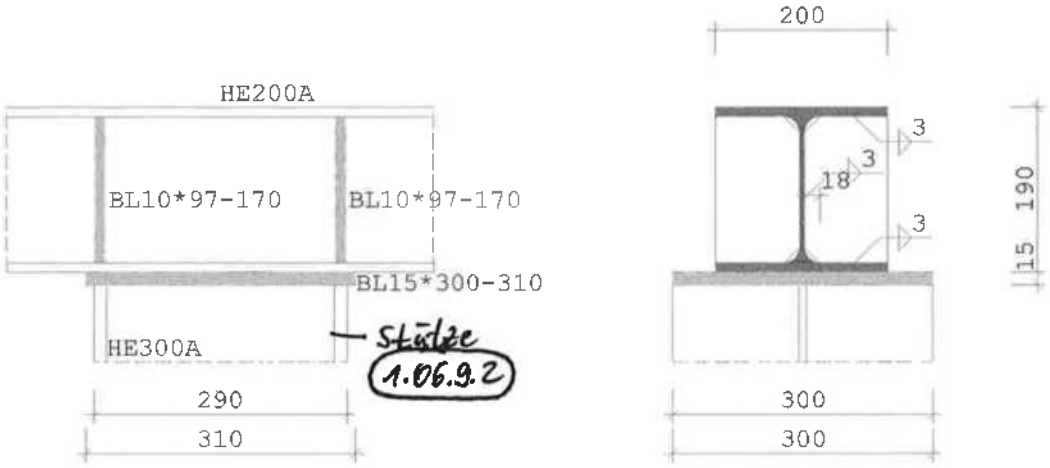
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	-9.8	-9.8		
		Kat. C: Versammlungsbereiche	-12.1	3.6		
2	1.50	ständig	30.3	30.3		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		29.1		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1	-4.5	
		Lk 2	-31.4	
2	1.50	Lk 4	84.5	
		Lk 3	30.3	

Anschluss an Stütze 1.06.9.2 mit verschraubter Kopfplatte

Nachweis mit $V_{z,d}$= 85 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	N/mm²	f_{uk}	=	360.0	N/mm²	γ_{M0} = 1.00
		$f_{vw,d}$	=	207.8	N/mm²	β_w	=	0.80		γ_{M2} = 1.25

Nachweis des Trägers mit dreiseitigem doppelten Rippenanschluß							
Rippe	Breite	bR =	96.8	mm	<= maxbR =	96.8	mm
	Höhe	hR =	170.0	mm			
	Aussparung	cR =	18.0	mm			
	Dicke	tR =	10.0	mm	>= erftR =	8.8	mm
					η =	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	mm²			
Spannungen	$\sigma_{wd,1}$	=	26.9	N/mm²	$\tau_{wd,1}$ =	9.1	N/mm²
Vergleichsspannung	$\sigma_{wd,V,1}$	=	28.4	N/mm²			
Nachweis	σ_{wd}	=	28.4	N/mm² / f_{vwd} =		207.8	N/mm²
					η =	0.14	< 1

Doppelkehlnaht am Steg (Index 2) :

Geometrie	Dicke	aw2 =	3.0	mm			
	Länge	lw2 =	134.0	mm			
	Fläche	Aw2 =	804.0	mm²			
Spannungen	$\tau_{wd,2}$	=	15.8	N/mm²			
Nachweis	σ_{wd}	=	15.8	N/mm² / f_{vwd} =		207.8	N/mm²
					η =	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	mm²			
Spannungen	$\tau_{wd,3}$	=	9.1	N/mm²			
Nachweis	σ_{wd}	=	9.1	N/mm² / f_{vwd} =		207.8	N/mm²
					η =	0.04	< 1

Spannung am Ausrundungsbeginn des Trägerstegs unten :								
σ_{dz} = Fd - 4*F1 / (	366.0	mm *	6.5	mm)	=	-14.30	N/mm²	
Nachweis		σ_d	=	14.3	N/mm² /	f_{yd} =	235.0	N/mm²
						η =	0.06	< 1

Nachweis der umlaufenden Kehlnaht aw =			4.0 mm Platte - Stütze		
Steg :					
Nachweis	σ_{wd}	=	8.0 N/mm² / f_{vwd}	=	207.8 N/mm²
			η =		0.04 < 1
Flansch :					
Nachweis	σ_{wd}	=	13.2 N/mm² / f_{vwd}	=	207.8 N/mm²
			η =		0.06 < 1

max η = 0.88 <= 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= $G_{1.06.7.3}+0{,}247 * l_K$ = 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 duch im Mauerwerk zu verankernde Gewindestangen ist die Stütze seitlich gehalten.

Nachweis als Pendelstütze mit mögl. Ausweichrichtung y

s_K = 3,10 m

Belastung
- aus Pos. 1.06.2.4, Aufl. 1

Eigengewicht

G_1= 87,29*0,9 = 78,56 kN

Nutzlasten

Q_1= 49,39*0,9 = 44,45 kN

unplanmäßige Außermitte zur Achse z. e_z= 5,00 cm

Nachweise

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

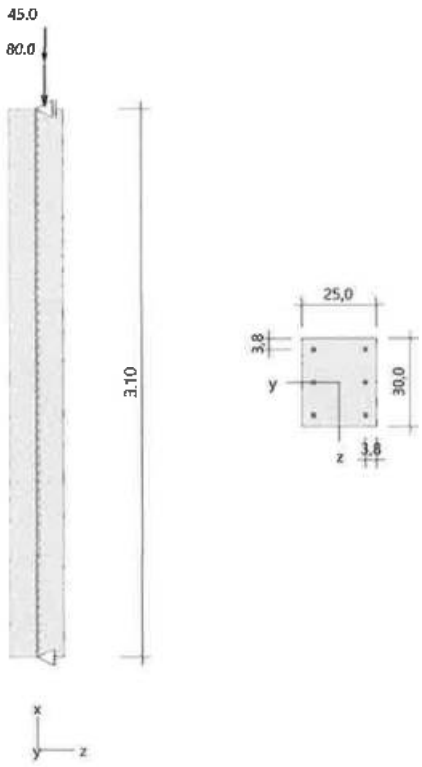
- Pendelstütze in z-Richtung (einachsige Berechnung), Rechteck, in z-Richtung beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

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
Ψ_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 N/mm²	E_{cm} =	31000 N/mm²		
Betonstahl B500A	f_{yk} =	500.00 N/mm²	E_s =	200000 N/mm²		
	$k(f_t/f_y)$ =	1.05	ε_{uk} =	25.0 ‰	(Bügel und Längsbewehrung)	

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in z-Richtung (einachsige Berechnung)

Stützenhöhe	l =	3.10	m
Querschnitt	b_y/d_z =	25.0/30.0	cm
	b_1/d_1 =	3.8/3.8	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 (Stützeneigengewicht)

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 Knickbiegelinie 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 Ncr/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]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 80,0 kN / ez = 5,0 cm (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 45,0 kN / ez = 5,0 cm (Kat. C)	**1.50**		**1.50**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,z}$ [m]	λ_z	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,z}$ [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 [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	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 As [cm²]
1	16.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	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)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

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 = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	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 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (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/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	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 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]	LK 2 [1]
Stützeneigengewicht	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 $\lambda <= \lambda_{lim}$ 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/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	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

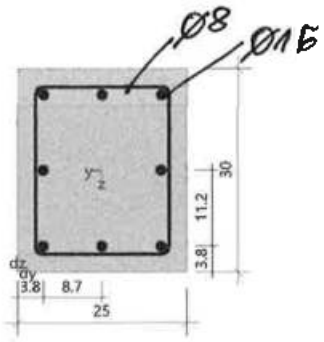
1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

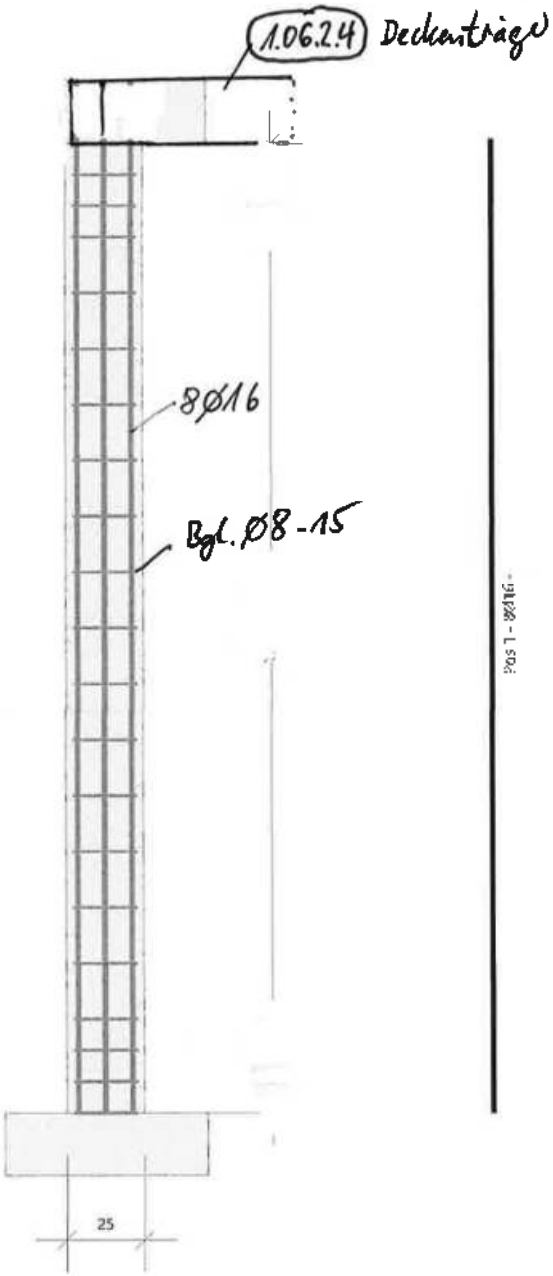
Realisierte Betondeckung

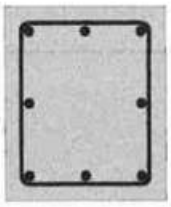
Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.0	2.2

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 duch im Mauerwerk zu verankernde Gewindestangen ist die Stütze seitlich gehalten.

System
Pendelstütze mit mögl. Ausweichrichtung y
s_K = 3,10 m

Belastung
- aus wie Pos. 1.06.2.4, Aufl. 1

Eigengewicht
G_1= 67,84*0,9 = 61,06 kN
Nutzlasten
Q_1= 45,09*0,9 = 40,58 kN

unplanmäßige Außermitte zur Achse z. e_z= 5,00 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

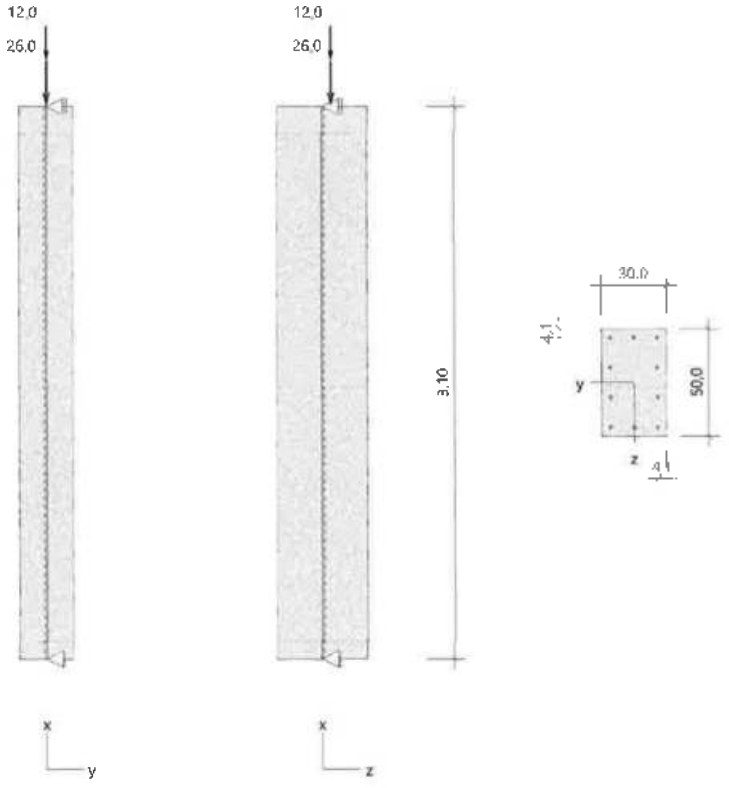
Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	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	N/mm²	E_{cm} =	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk} =	500.00	N/mm²	E_s =	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$ =	1.05		ε_{uk} =	25.0	‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
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	m
Querschnitt	b_y/d_z =	30.0/50.0	cm
	b_1/d_1 =	4.1/4.1	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	0.70	0.70	0.60		1.500
ständig				1.000	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 (Stützeneigengewicht)

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 Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Krieceffekte: 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 Ncr/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]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 26,0 kN / ez = 5,0 cm (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 12,0 kN / ez = 5,0 cm (Kat. C)	**1.50**		**1.50**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ 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_{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 [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	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 As [cm²]
1	20.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	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 $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

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 = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	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 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (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/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	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 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	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 $\lambda <= \lambda_{lim}$ 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/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	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

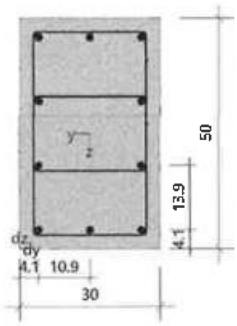
1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

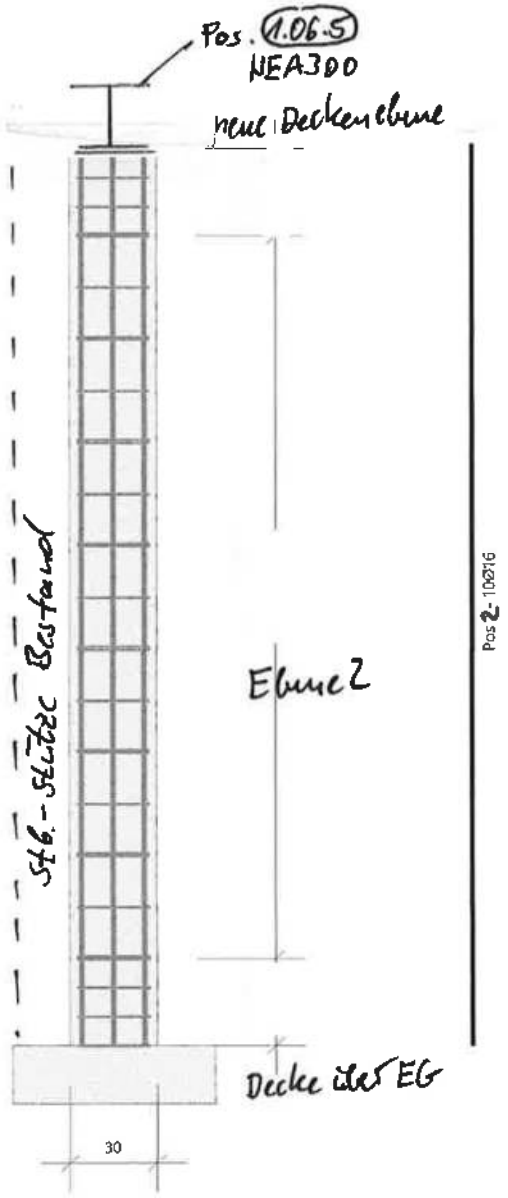
Realisierte Betondeckung

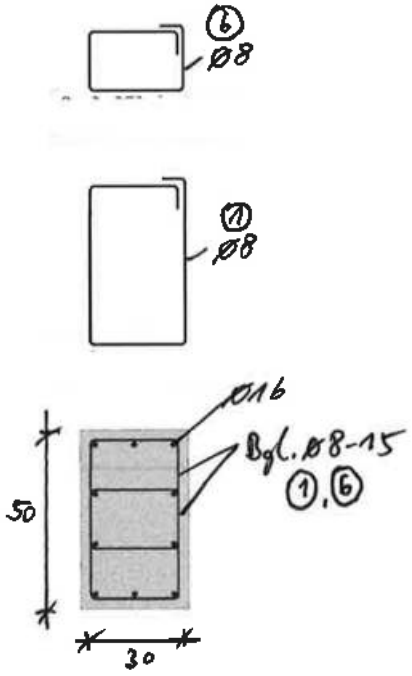
Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.3	2.5

Bewehrungsbilder



Ansicht


Pos. 1.06.5
HEA300
neue Deckenebene
546 - stütze Bestand
Ebene 2
Pos 2: 10016
Decke über EG
30


6
Ø8
1
Ø8
Ø16
Bgl. Ø8-15
1, 6
50
30

1.06.9.2 Stahlstütze, Achse B/9

HEA300

Die Stütze dient dem Lastabtrag aus dem Zugangspodest- Maschinenraum Aufzug sowie dem neuen Deckenhaupträger 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 kN
Nutzlast, $Q_{1.06.7.4}$=	29,10 kN

aus Deckenhaupträger Pos. 1.06.6, Aufl. 2

Eigengewicht, $G_{1.06.6}$=	48,60 kN
Nutzlast, $Q_{1.06.6}$=	27,50 kN

außermittige Lasteinleitung mit

e_1= 0,20 m

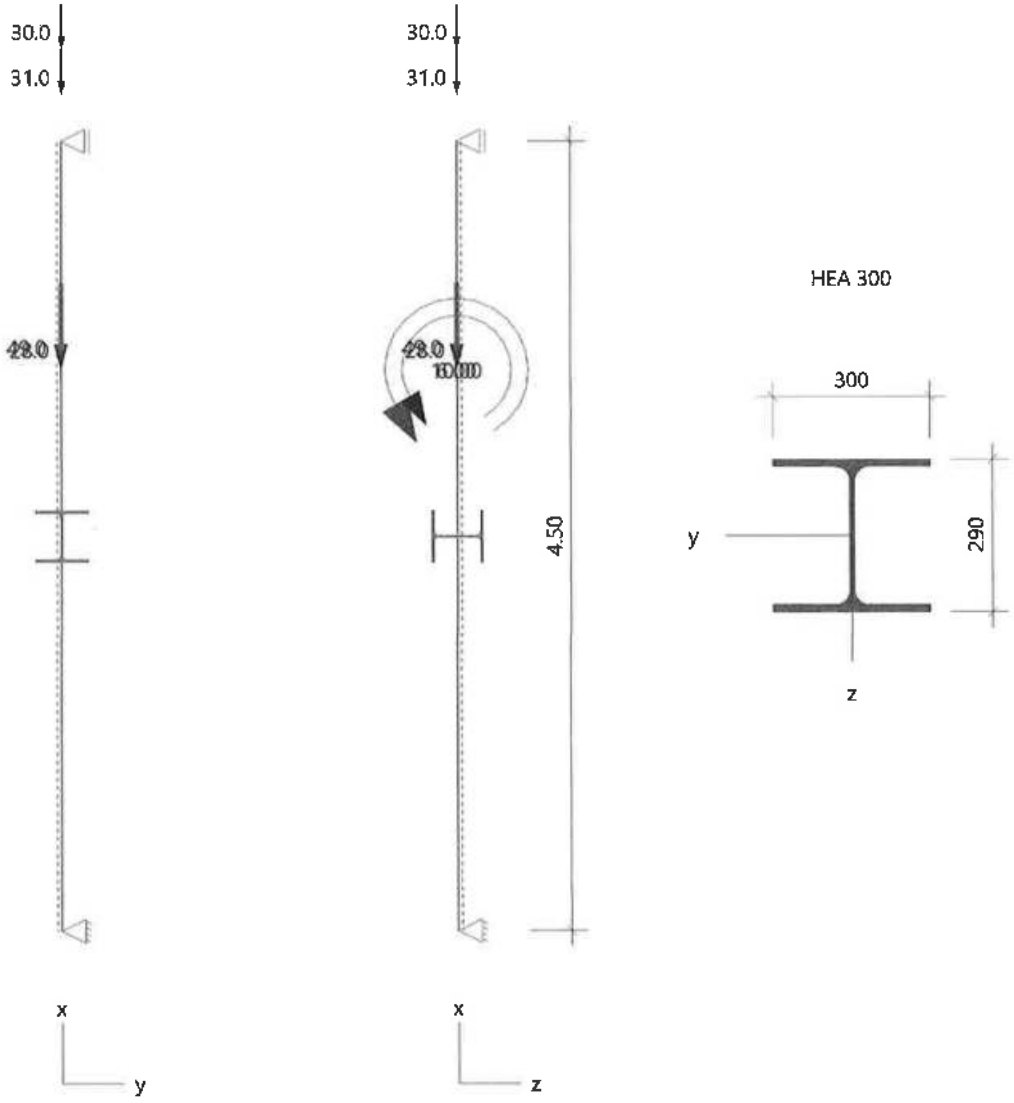
$M_{G,1.06.6}$= $G_{1.06.6}$* e_1 = 9,72 kNm
$M_{Q,1.06.6}$= $Q_{1.06.6}$* e_1 = 5,50 kNm

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
Ψ_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	δ_{lim} =	5.0 cm

System Pendelstütze



Stütze: Höhe = 4.50 m Material: S235 Querschnitt: HEA 300

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen *) ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	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	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
3	Q	ständig/vorübergehend	Kat. C: Versammlungsbereiche	1.50	0.00	0.70	0.70	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	pi	a [m]	pj	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 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	σ_d [N/mm²]	τ_d [N/mm²]	$\sigma_{d,v}$ [N/mm²]	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	-	-	-
		Lf 6	3	-	1.3	-	-	-
Kopf	4.50	Lf 5	99	-	-2.2	-	-	-
		Lf 6	3	-	-1.3	-	-	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]	Ry [kN]	Mz [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

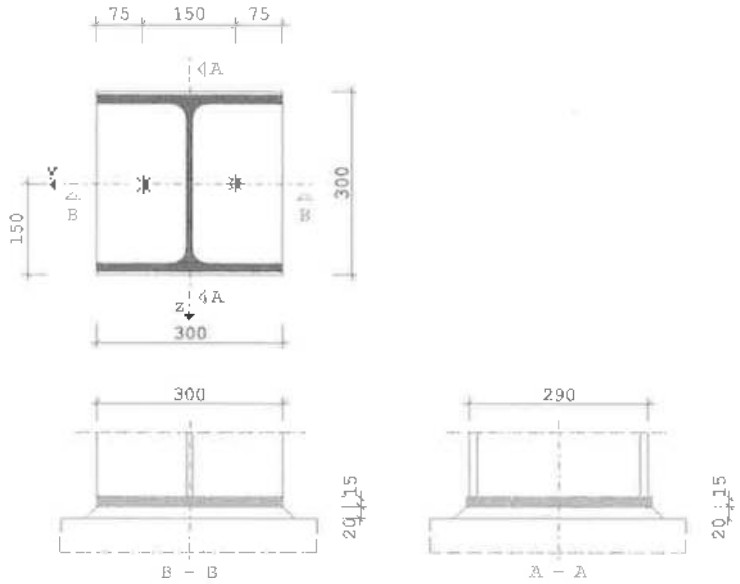
Anschluss auf Decke über Ebene 1

Nachweis der Fußplatte

$F_{z,d}$= 200,40 kN

System

Grafik



Kennwerte

Nachweisführung nach DIN EN 1993

Stütze	A cm2	Iy cm4	Iz cm4	h mm	tw mm	b mm	tf 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	fy N/mm2	fu N/mm2	γM0	γM2	βw	fvwd N/mm2	Beton	αc	γc	fcd N/mm2	EModul N/mm2
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	fyb	fub	N/mm2	
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 kN η = 0.51 < 1

Druckkomponente

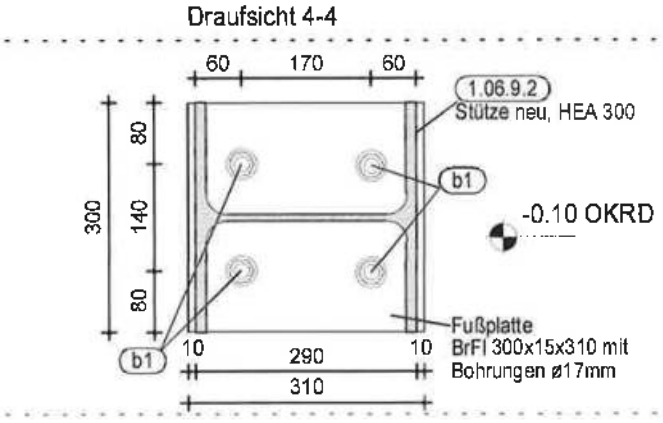
Festigkeit Lagerfuge	fjd =	9.1	N/mm2			
Anschlußbeiwert	βj =	0.67				
Faktor	sqA1A0 =	1.50				
Ausbreitungsbreite	c =	44.1	mm	Dicke	t =	15.0 mm
Flansch	Aeff1 =	189.2	cm2		σD1 =	4.6 N/mm2
Steg	Aeff2 =	168.0	cm2		σD2 =	1.6 N/mm2
Druckfläche	Aeff =	546.5	cm2	NARd	=	395.22 kN

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 η = 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

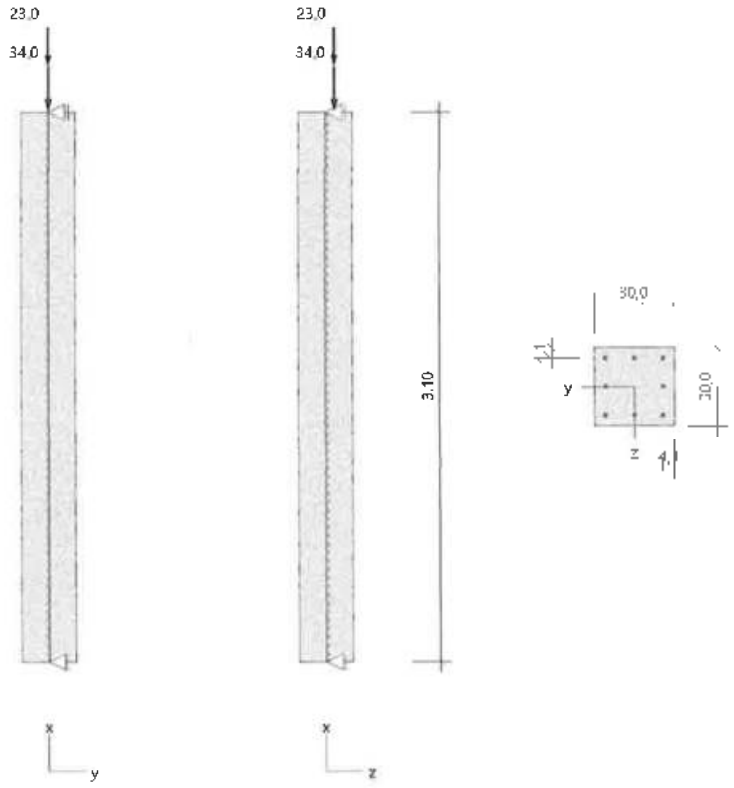
Berechnungsgrundlagen

- 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
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System



Kriechzahl

Endkriechzahl $\phi(t_0,\infty)$ = 2.80 (Benutzervorgabe)

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck} =	25.00	N/mm²	E_{cm} =	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk} =	500.00	N/mm²	E_s =	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$ =	1.05		ε_{uk} =	25.0	‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
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	m
Querschnitt	b_y/d_z =	30.0/30.0	cm
	b_1/d_1 =	4.1/4.1	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	0.70	0.70	0.60		1.500
ständig				1.000	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 (Stützeneigengewicht)

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_1) wird affin zur Knickbiegelinie 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 Ncr/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]
Stützeneigengewicht	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 $\lambda <= \lambda_{lim}$ 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_{red}
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 [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	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 As [cm²]
1	16.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	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 $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

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 = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	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 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (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/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	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 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	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/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	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 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

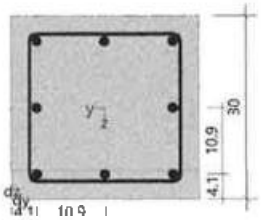
Bewehrungsanordnung

Realisierte Betondeckung

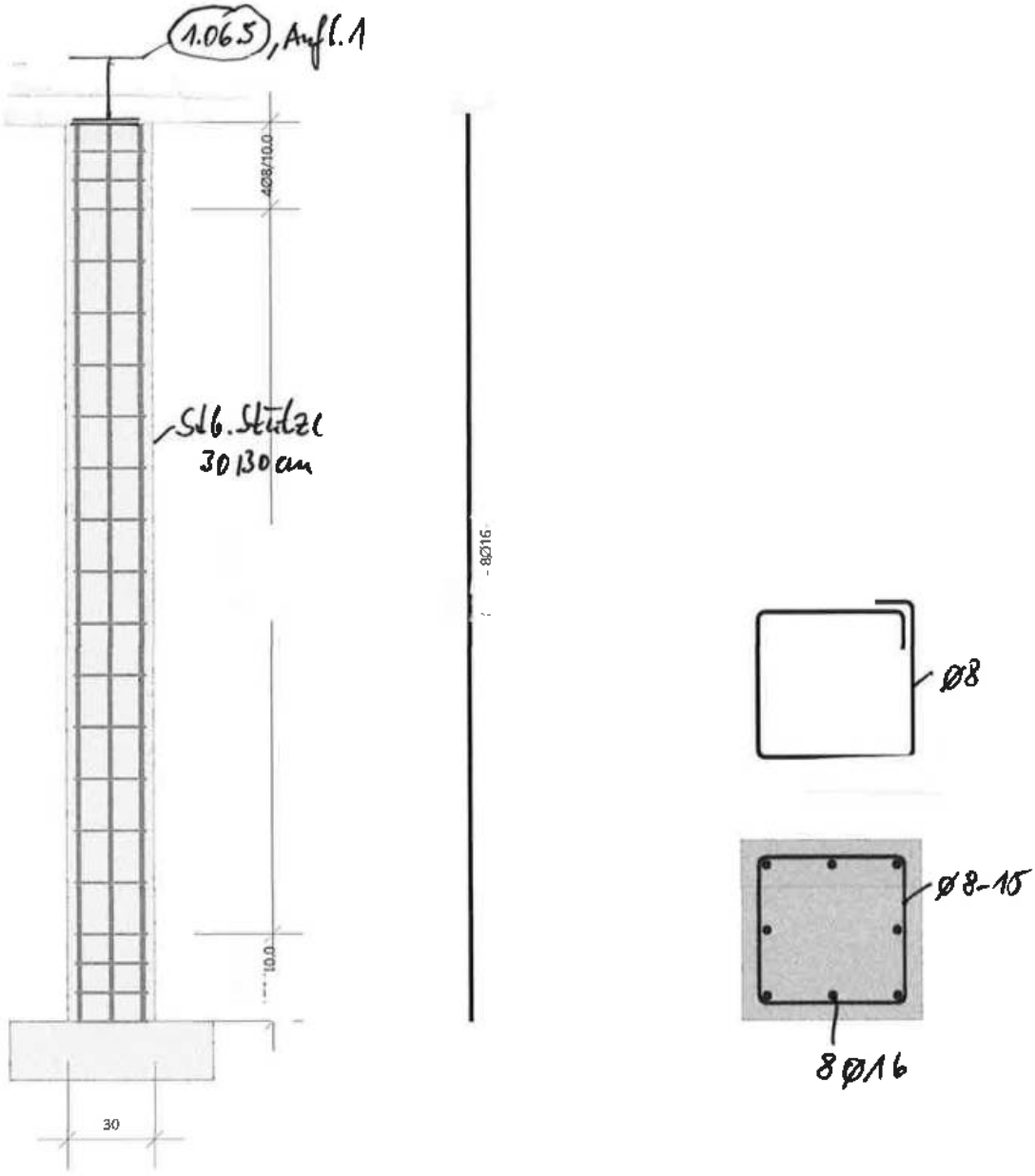
Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.3	2.5

Bewehrungsbilder

Schnitt



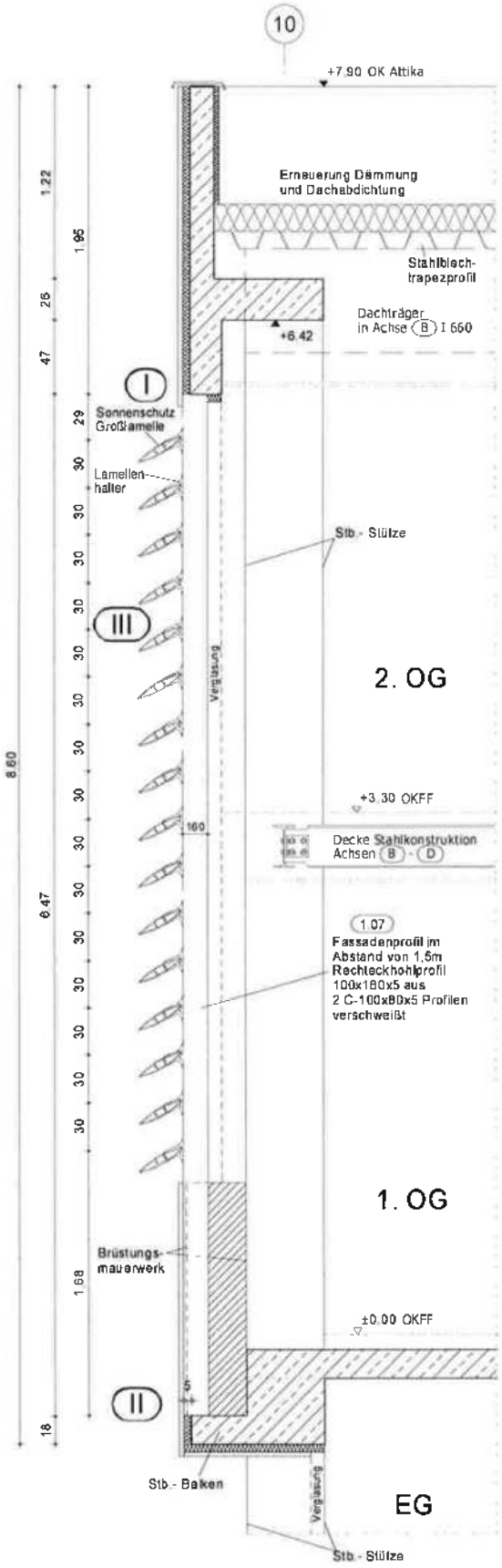
Ansicht



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 Überstamd von 5cm eingeabaut.
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 ausgefügrte 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.

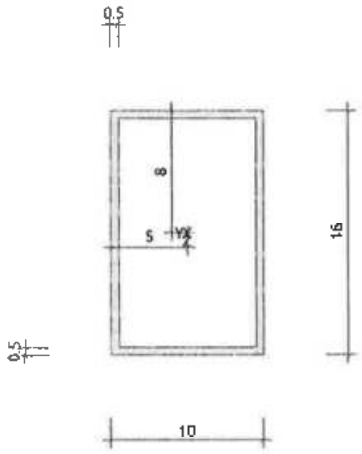
1 statisches Sytem, Querschnittswerte



Lamellensystem - nach Herstellerangabe

Fassadenprofil im Bestand
Rechteck- Kastenprofil mit b/h=100/160/5mm,
aus 2x C100x80x5, miteinander verschweißt

Grafik



System

Rechteck-Hohlprofil

Breite	b	=	10.0 cm
Höhe	h	=	16.0 cm
Dicke	t	=	0.5 cm
Dicke 2	t2	=	0.5 cm

Ergebnisse

Fläche	A	=	25.0 cm^2
Axiales Flächenträgheitsmoment (y-Achse)	Iy	=	882 cm^4
Axiales Flächenträgheitsmoment (z-Achse)	Iz	=	422 cm^4
Flächendeviationsmoment	Iyz	=	0 cm^4
Torsionsträgheitsmoment	It	=	867 cm^4
Widerstandsmoment (y-Achse)	Wy	=	110 cm^3
Widerstandsmoment (z-Achse)	Wz	=	84 cm^3
Torsionswiderstandsmoment	Wt	=	147 cm^3

2 Belastung

2.1 Eigengewicht, LF1

Tragprofil
- aus 2xL- Winkel geschweißtes Rechteck Kastenprofil mit t= 5mm

Querschnittsfläche A_{TP}= 0,10*0,16-0,09*0,15 = $2,50*10^{-3}$ m^2

Linienlast, g_{TP}= 78* A_{TP} = 0,20 kN/m

(wird vom Nachweisprogramm berücksichtigt)

Großlamelle, z.B. Fa. Schüco
Annahmen zum Nachweis

mit b_{La}= 0,31 m

Abstand der Befestigung e_{La}= 3,00

Linienlast je Lamelle, nach Herstellerangaben
g_{La}= 0,05 kN/m
Auflagerkräfte aus Lamellen am Anschluss Schwertanbinder
G_{La}= g_{La}* 2*e_{La}/2 = 0,15 kN

horiz. Abstand Achse Fassadenprofil - Lastangriffspunkt Lamelle
e_{H_La}= 14,5+16/2 = 22,50 cm
zum Nachweis angesetzt, e_{H_La}= 25,00 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}=13,0m

Windzone 2 q_b = 0,39 kN/m²
Geländekategorie 2
Böengeschwindigkeitsdruck q_p für $z \geq z_{min}$
z= 13,0 m
q_p = 2,1* q_b * $(z/10)^{0,24}$ = 0,87 kN/m²

Druck-/ Sog Beiwerte vertik. Fassade
Winddruck, c_{pD}= 0,80
Windsog, c_{pS}= -0,50

Linienlast für Fassadenprofile
horiz. Abstand untereinander, e= 1,50 m
LF2
w_{D_TP}= c_{pD}* q_p* e = 1,04 kN/m
LF3
w_{S_TP}= c_{pS}* q_p* e = -0,65 kN/m

aus Verschattung
Kraftbeiwert cf
bezogene Rauigkeit k/b
k= 1,0 mm
Länge, mit l= 3,00 m
mittlere Breite Lamelle zum Nachweis, mit b= 0,15 m
Gesamtfläche A_W= l*b = 0,45 m²
bez. Rauigkeit, x= 10^{-3}* k/l = $0,33*10^{-3}$

Luftdichte ρ= 1,25 kN/m³
υ= $\sqrt{(2*q_p*10^3/\rho)}$ = 37,31 m/s
kinem. Zähigkeit ν= $15*10^{-6}$ = $15*10^{-6}$ m²/s

Reynoldszahl,
R_e= υ * b/ ν = $0,37*10^6$
aus Diagramm DIN EN 1991-1-4, Bild 7.28
$c_{f,0}$= 0,90

eff. Schlankheit mit h<15m, nach Tab. 7.16

λ_1= 2*l/ b = 40

λ_2= 70

maßgebend

λ= MIN(λ_1; λ_2) = 40,00

Völligkeitsgrad φ=1,0

aus DIN EN 1991-1-4, Bild 7.36

ψ_λ= 0,90

c_f= **$c_{f,0}$*ψ_λ** = **0,81**

zum Nachweis angesetzt

c_f= 1,20

Linienlast je Lamelle LF2/ LF3

w_{La}= c_f *q_p* b_{La} = 0,32 kN/m

Auflagerkräfte am Lamellenanschluss (Schwertanbinder)

W_{La}= w_{La}* 2*e_{La}/2 = 0,96 kN

horiz. Abstand Achse Fassadenprofil - Lastangriffspunkt Lamelle wie LF1

2.3 Eislast Lamellen, LF4

Eislast auf Lamellen

g_{Eis}= 0,38 kN/m²

Linienlast je Lamelle

g_{Eis}= g_{Eis}* b_{La} = 0,12 kN/m

Auflagerkräfte am Lamellenanschluss (Schwertanbinder)

G_{Eis}= g_{Eis}* 2*e_{La}/2 = 0,36 kN

horiz. Abstand Achse Fassadenprofil - Lastangriffspunkt Lamelle wie LF1

2.4 Absturzsicherung, LF5,LF6

Horizontalkraft auf Brüstung in 1m Höhe über OK FB

Lastrichtung nach "außen", h_1= 1,00 kN/m

Lastrichtung nach "innen", h_2= 0,50 kN/m

Einzellasten für Fassadenprofil

H_1= h_1* e = 1,50 kN

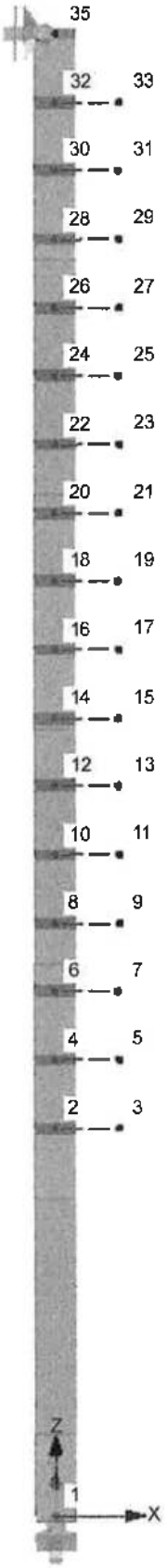
H_2= h_2* e = 0,75 kN

3 Belastungsbilder

siehe EDV Ausdruck nachf. Seiten

ZU 1 STATISCHES SYSTEM

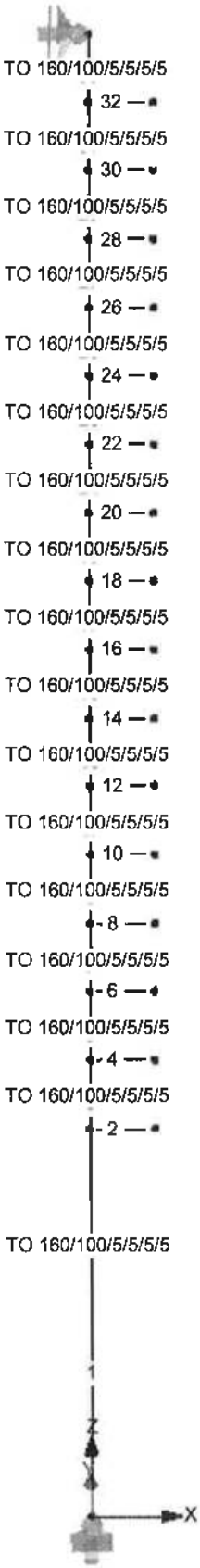
Knotennummerierung



Isometrie

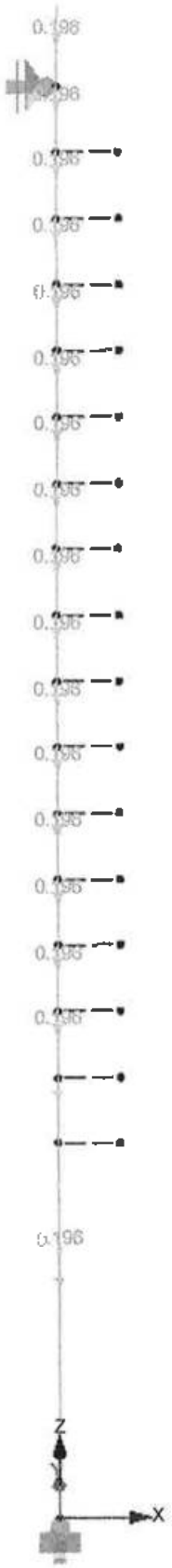
Stabnummerierung
Querschnittsbezeichnung

Isometrie



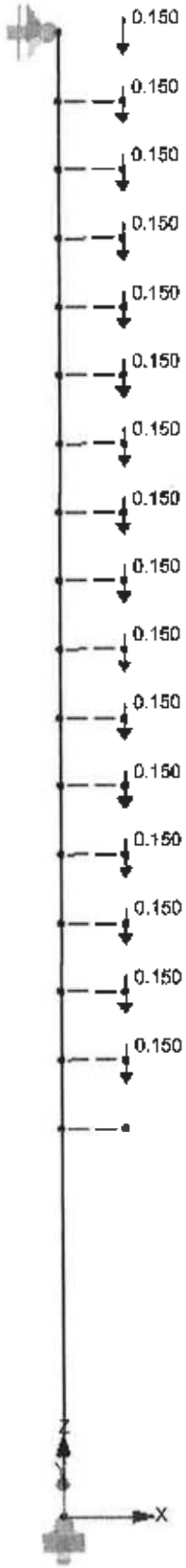
ZU 3 BELASTUNGSBILDER

LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN/m]



Isometrie

LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN]

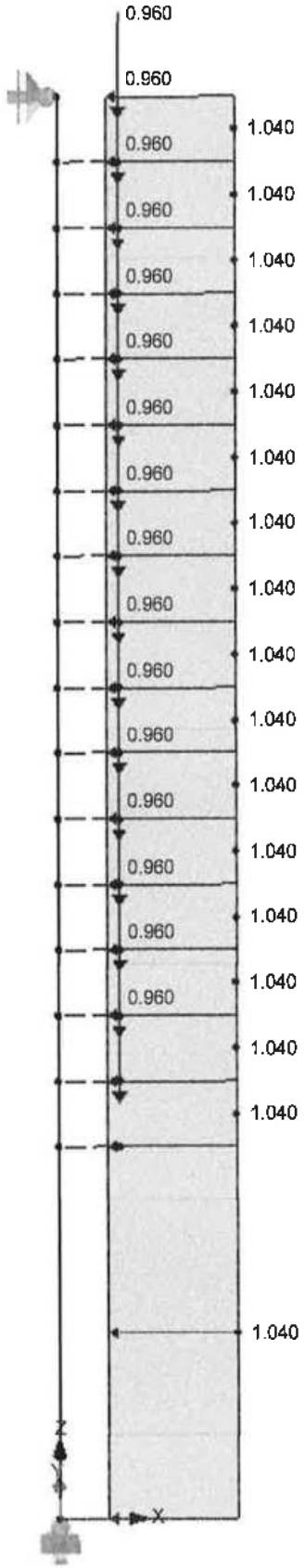


Isometrie

ZU 3 BELASTUNGSBILDER

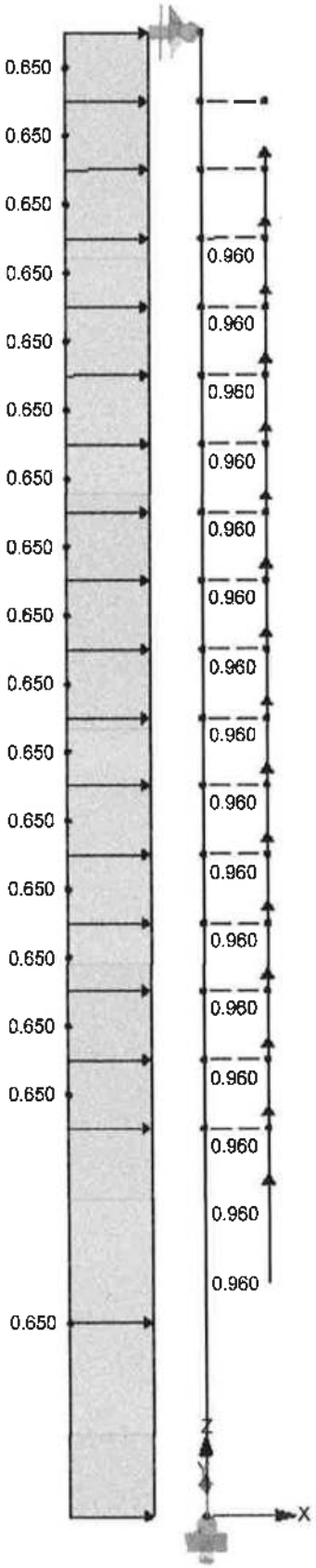
LF2 : Windlast Fassade, Lamellen, Druck
Belastung [kN/m], [kN]

Isometrie



LF3 : Windlast Fassade, Lamellen Sog
Belastung [kN/m], [kN]

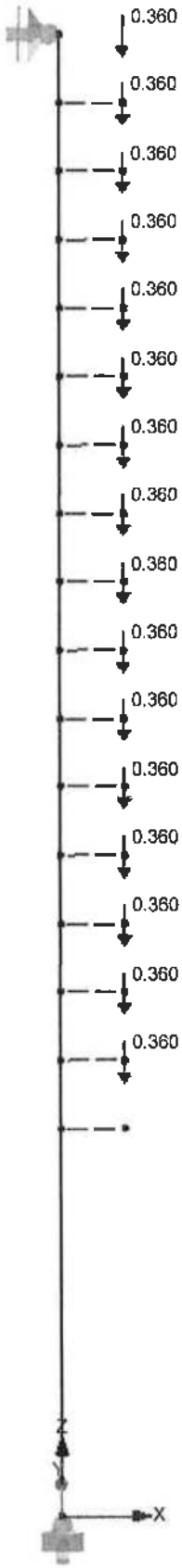
Isometrie


0.650
0.650
0.650

ZU 3 BELASTUNGSBILDER

LF4 : Eislast Fassade, Lamellen
Belastung [kN]

Isometrie



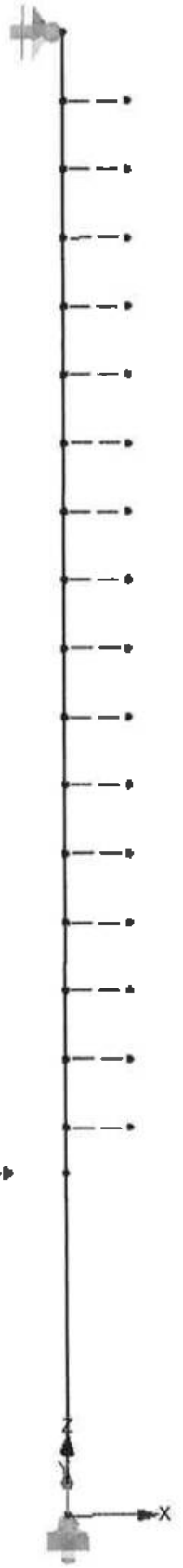
ZU 3 BELASTUNGSBILDER

LF5 : Absturzsicherung 1
Belastung [kN]

Isometrie

LF6 : Absturzsicherung 2
Belastung [kN]

Isometrie



Horiz. Beanspr. aus Absturzsicherung

4 Lastfallkombinationen

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

ständige Einwirkungen	
bei P/T, γ_G =	1,35
bei A, $\gamma_{_G}$ =	1,00
veränderliche Einwirkungen	
bei P/T, γ_Q =	1,50
bei A, $\gamma_{_Q}$ =	1,00

- für Tragfähigkeitsnachweise

Kombinationen für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen

$E_d = E(\Sigma \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$

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

$E_d = E(\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} * Q_{k,i})$

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

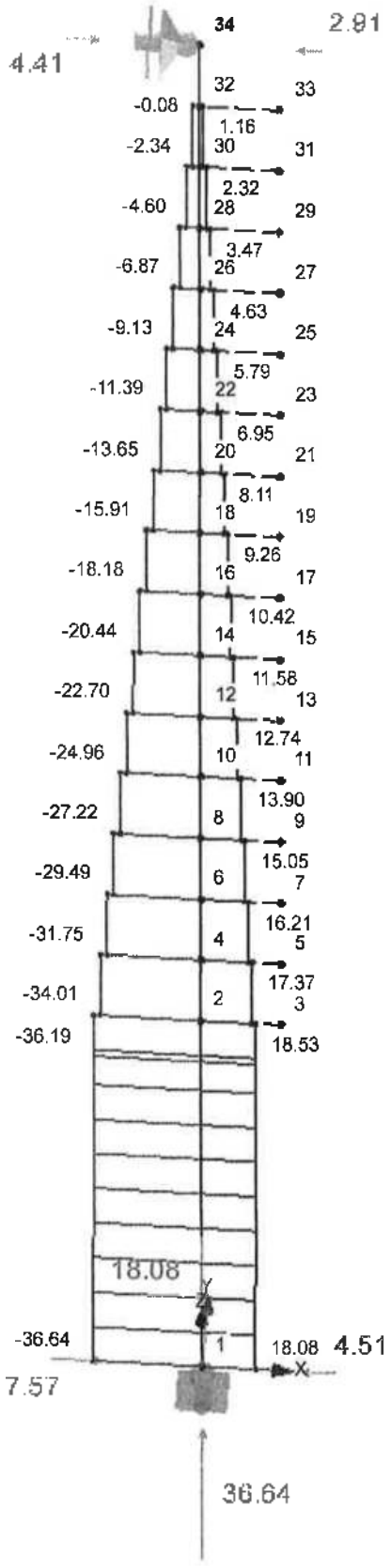
5 Elektronische Berechnung

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

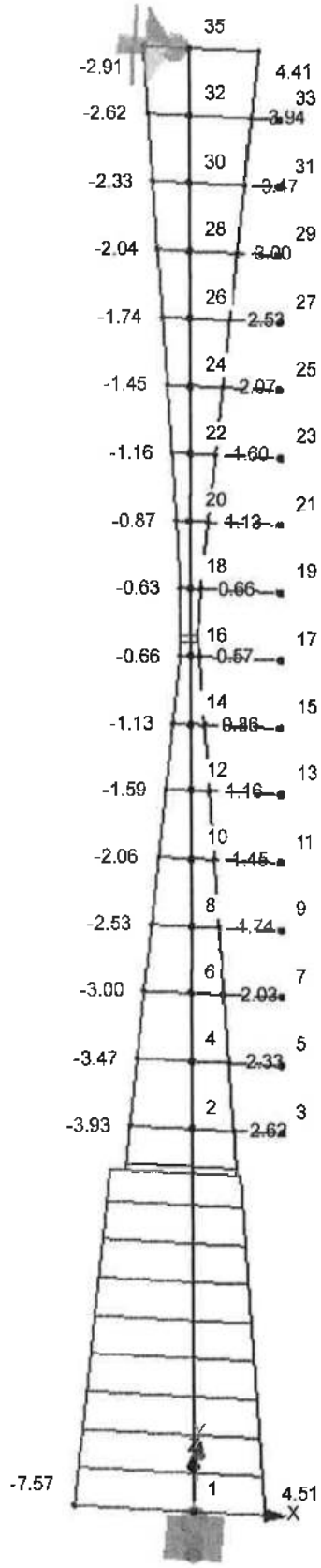
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



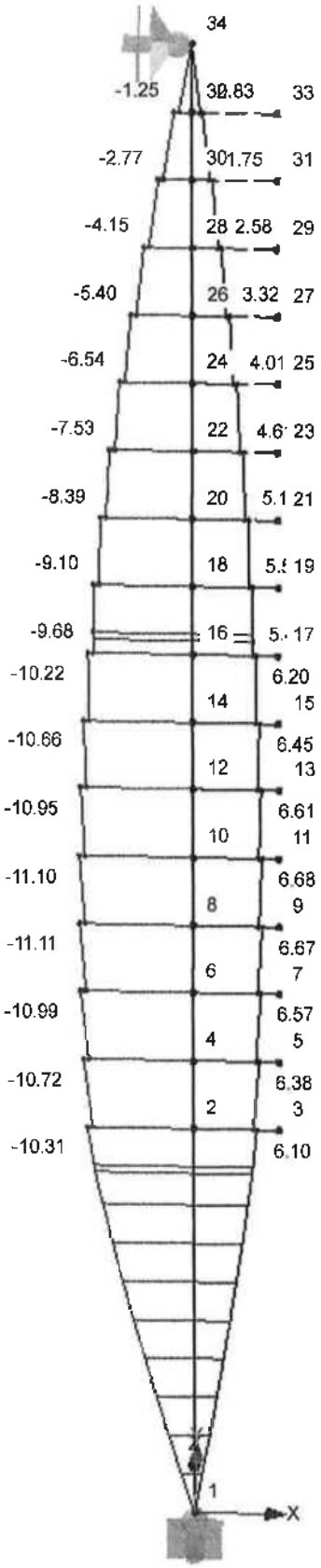
Max N: 18.53, Min N: -36.64 [kN]
Max P-X: 4.51, Min P-X: -7.57 kN
Max P-Z: 18.08, Min P-Z: -36.64 kN

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

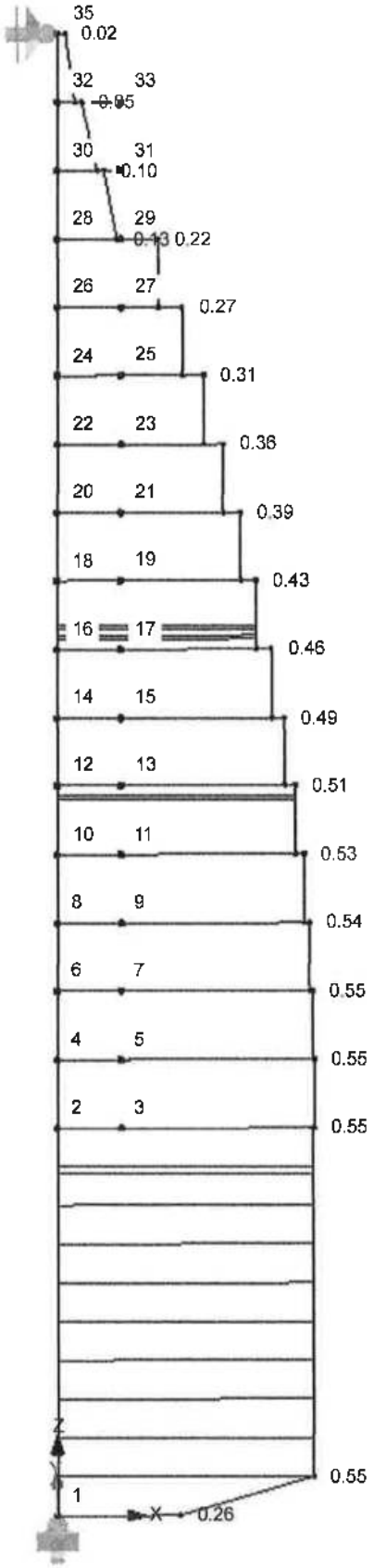
Isometrie



Max M-y: 6.68, Min M-y: -11.11 [kNm]

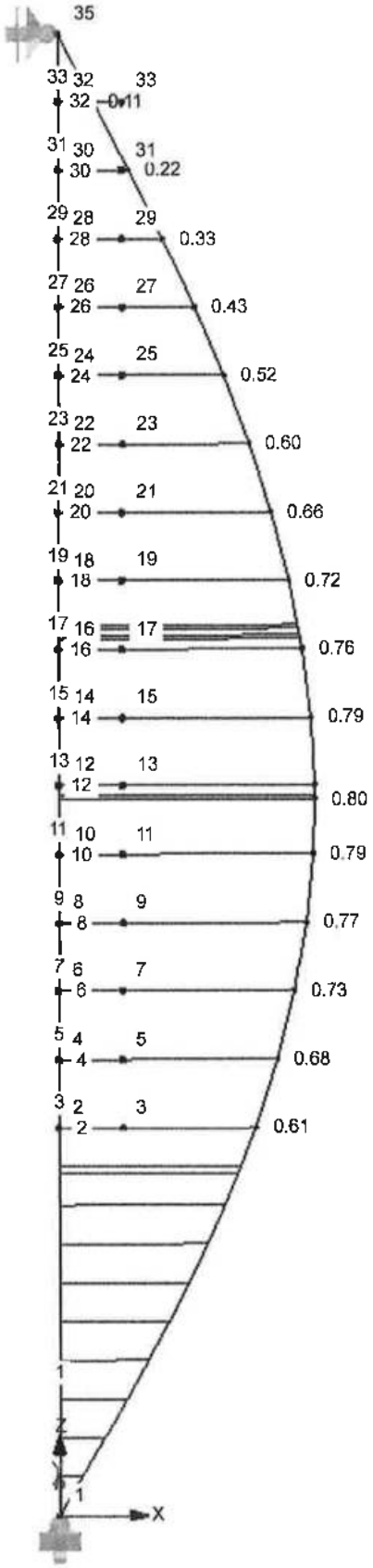
ZU 5 ERGEBNISSE

STAHL EC3 FA1 Isometrie
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis, Schweißnahtbem



Max Nachweis: 0.55

STAHL EC3 FA1 Isometrie
Gebrauchstauglichkeit: Verformungen

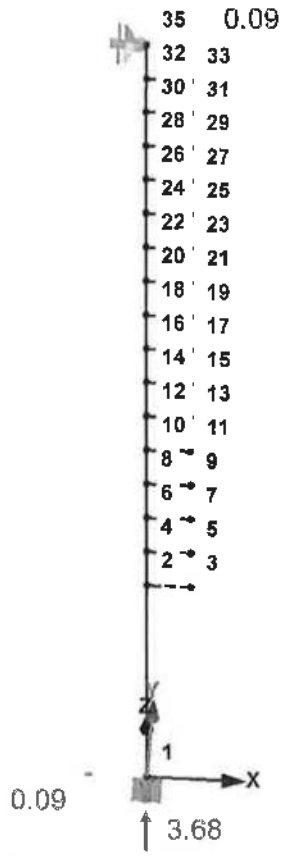


Max Nachweis: 0.80

ZU 5 ERGEBNISSE

LF1 : Eigengewicht
Lagerreaktionen[kN]

Isometrie



Max P-X: 0.09, Min P-X: -0.09 kN
Max P-Z: 0.00, Min P-Z: -3.68 kN

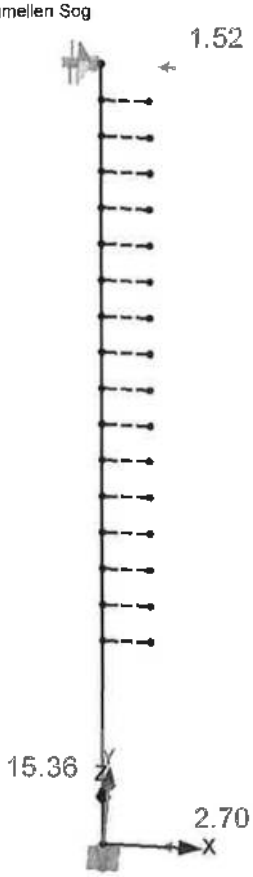
LF2 : Windlast Fassade, Lamellen, Druck
Lagerreaktionen[kN]

Isometrie

Max P-X: -2.79, Min P-X: -3.97 kN
Max P-Z: 0.00, Min P-Z: -15.36 kN

LF3 : Windlast Fassade, Lamellen Sog
Lagerreaktionen[kN]

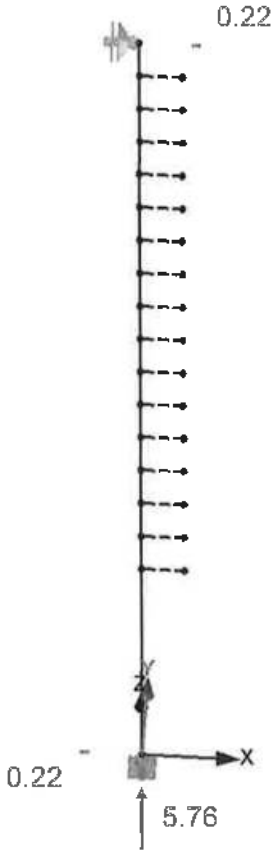
Isometrie



Max P-X: 2.70, Min P-X: 1.52 kN
Max P-Z: 15.36, Min P-Z: 0.00 kN

LF4 : Eislast Fassade, Lamellen
Lagerreaktionen[kN]

Isometrie

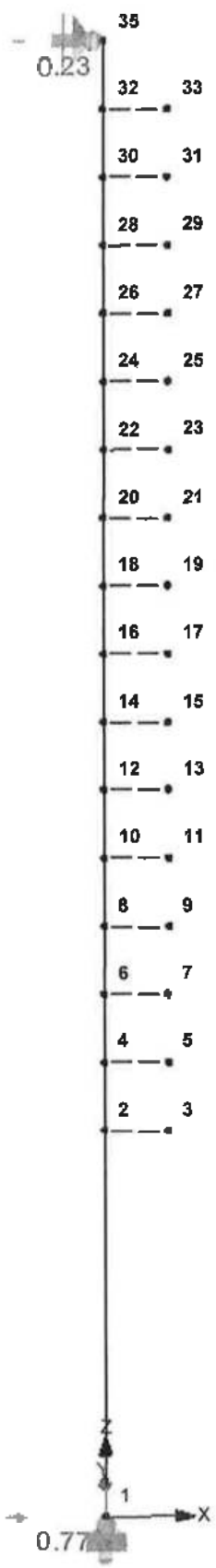


Max P-X: 0.22, Min P-X: -0.22 kN
Max P-Z: 0.00, Min P-Z: -5.76 kN

ZU 5 ERGEBNISSE

LF5 : Absturzsicherung 1
Lagerreaktionen[kN]

Isometrie



Max P-X: -0.23, Min P-X: -0.77 kN
Max P-Z: 0.00, Min P-Z: 0.00 kN

LF6 : Absturzsicherung 2
Lagerreaktionen[kN]

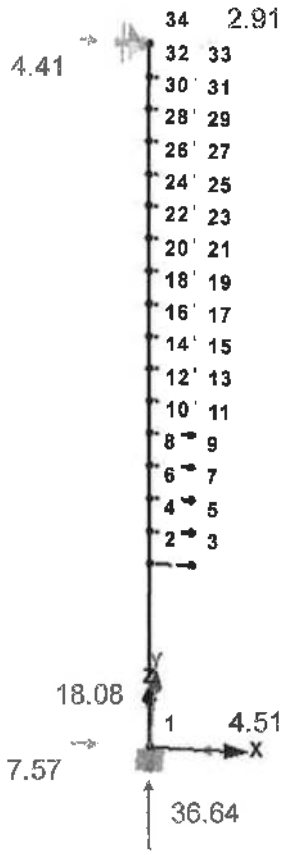
Isometrie

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

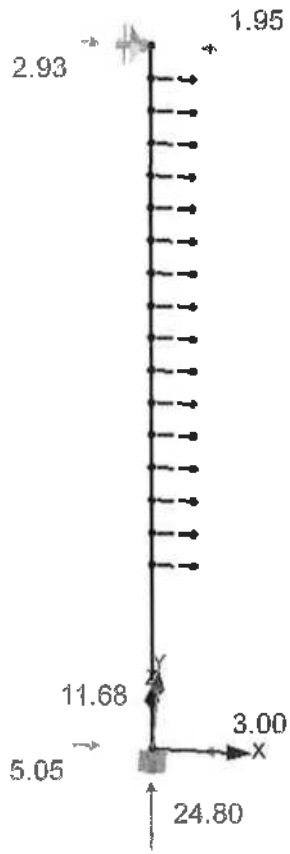
Isometrie



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



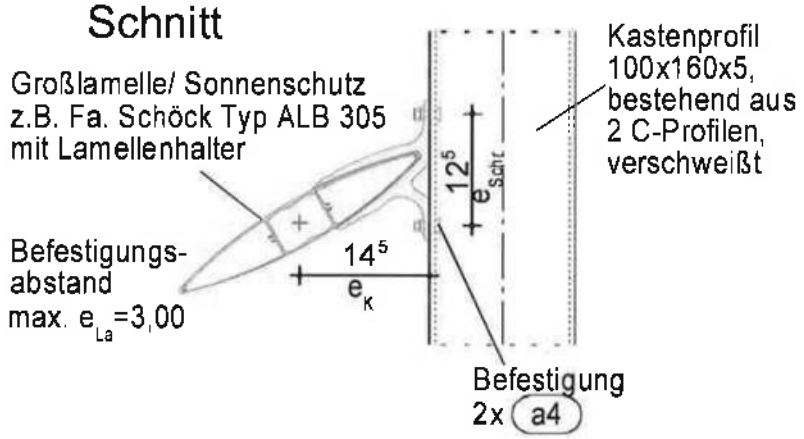
Max P-X: 3.00, Min P-X: -5.05 kN
Max P-Z: 11.68, Min P-Z: -24.80 kN

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}= $1{,}35 * G_{La} + 1{,}50 * W_{La} + 1{,}50 * G_{Eis}$ = 2,18 kN

Beanspruchung am Anschluss an Tragprofile
Schraubverbindung, z.B. mit Hohlraumbefestigung M8

Annahmen zum Nachweis
Kraglänge e_K= 0,20 m
Abst. Schraubenachsen untereinander
untereinander e_{Schr}= 0,13 m

vertik. Anschluskräfte
G_{1,V_La}= $G_{La}+G_{Eis}$ = 0,51 kN
W_{1,V_La}= W_{La} = 0,96 kN
Biegebeanspruchung
M_{1,G_La}= $G_{1,V_La} * e_K$ = 0,10 kNm
M_{1,W_La}= $W_{1,V_La} * e_K$ = 0,19 kNm

Hohlraumbefestigung z.B. mit Helle-Bolt, M8

Bolzen∅ d =	8,0 mm	
Loch∅ d_0 =	14,0 mm	
System:		
Fassadenprofil Bestand t_{TP} =	5,0 mm	
Lamellenhalter		
t_1 =		8,0 mm
Randbstand in KR e_1 =	20,0 mm	
Schraubenabstand in KR p_1 =	120,0 mm	
Randabstand _I_KR e_2 =	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:

$1,2 * d_0 / e_1$	=	**0,84 ≤ 1**
$1,2 * d_0 / e_2$	=	**0,67 ≤ 1**
$2,2 * d_0 / p_1$	=	**0,26 ≤ 1**
20 / B	=	**0,44 < 1**

Kraft je Schraube:

Anzahl Schrauben, n= 2 Stck

je Reihe n_1= 1

Abscheren

Schraubenabscherkräfte

$F_{A,Ed}$= F_{d_La}/ n = 1,09 kN

Zugkraft

$F_{t,Ed}$= F_{d_La}* e_K/e_{Schr} = 3,35 kN

Lochleibung:

α_b = $MIN(\frac{e_1}{3*d_0}; \frac{p_1}{3*d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{u,b}}{f_u}; 1,0)$ = 0,48

k_1 = $MIN(2,8*\frac{e_2}{d_0}-1,7;1,4*\frac{p_1}{d_0}-1,7;2,5)$ = 2,50

$F_{b,Rd}$ = $k_1 * \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} / 1000$ = 13,82 kN

$\frac{F_{A,Ed}}{F_{b,Rd}}$ = **0,08 < 1**

Abscheren: sh. Anlage 1.2

$F_{v,Rd}$ = 25,3 0,00 kN

$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}}$ = **0,04 < 1**

Zug, sh. Anlage 1.2

$F_{t,Rd}$ = 18,50 kN

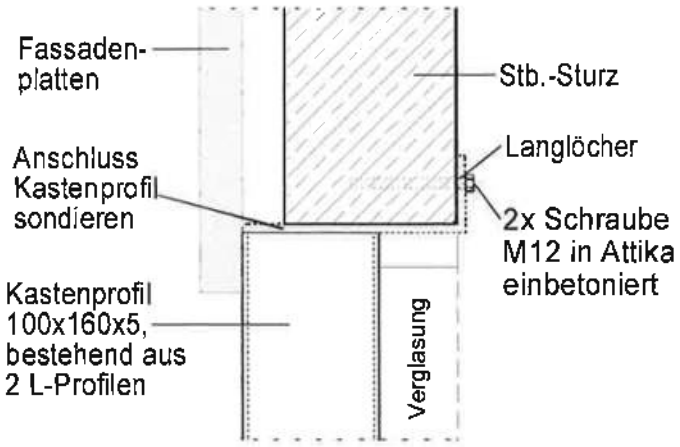
$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$ = **0,18 < 1**

Zug + Abscheren:

$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4*F_{t,Rd}}$ = **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 kN

Biegung Schweißnaht infolge Versatz,
e_1= 6,00 cm
$M_{1,d}$= $F_{H,d}$* e_1 = 26,46 cm

Biegung im Winkelschenkel

Querschnittswerte
b= 15,00 cm
d= 1,00 cm

W_y= b*d²/ 6 = 2,50 cm³

Beanspruchbarkeiten:
f_y = 23,50 kN/cm²
γ_{M0} = 1,00

$M_{y,c,Rd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} * W_y$ = 58,75 kNcm

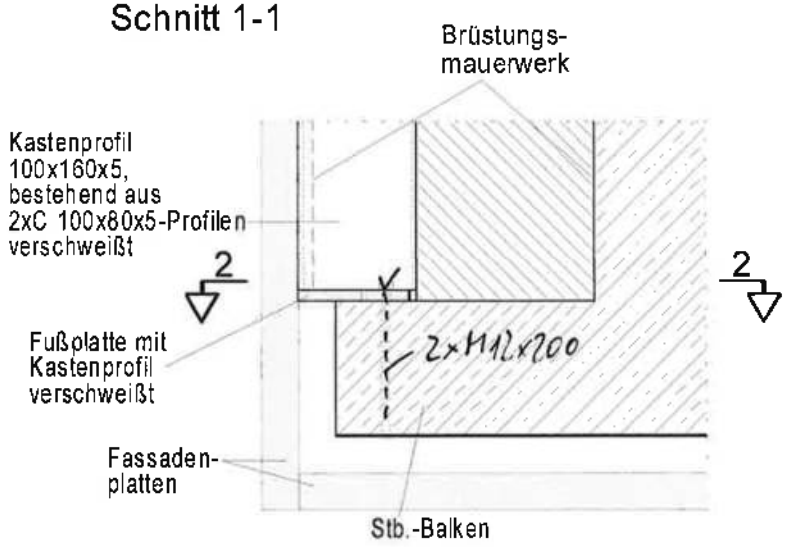
Nachweis Biegebeanspruchung:

$\frac{M_{1,d}}{M_{y,c,Rd}}$ = **0,45 < 1**

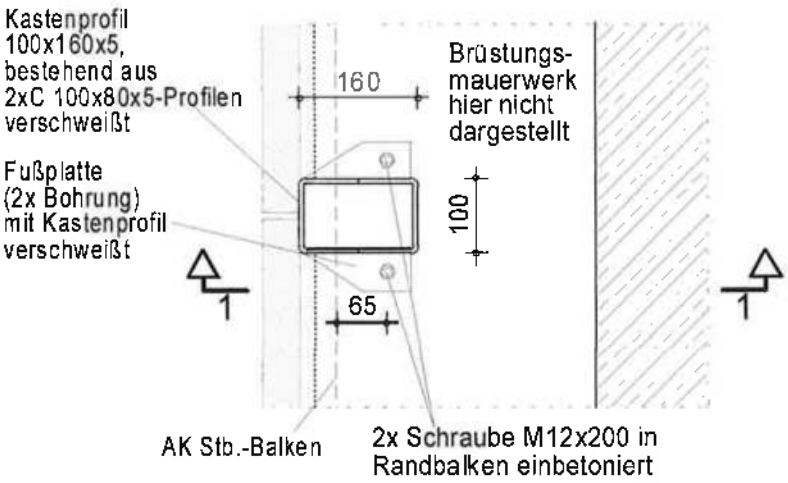
Anschluss am Fußpunkt

Geometrie:

Schnitt 1-1



Schnitt 2-2



Bem.- Wert der H- Kraft, aus EK1, Kn. 1

$F_{z,d}$=	**36,64 kN**
$F_{H,d}$=	**7,57 kN**

charakt. Wert aus EK2

$F_{H,k}$=	**5,05 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 N/mm²

$f_{u,k}$ = 360,00 N/mm²

Schrauben M12,

Schaftdurchmesser d= 12,0 mm

$f_{u,b,k}$ = 400,00 N/mm²

Nachweis Lochleibung/ Abscheren in Fußplatte

min. Plattendicke t_p = 10,0 mm

Schraubenabstand e_1 = 25,0 mm

Schraubenabstand e_2 = 25,0 mm

Schraubenabstand p_2 = 150,0 mm

Lochdurchmesser d_0 = 13,00 mm

Grenzabscherkraft der Schrauben:

$F_{v,Rd}$ = 16,20 kN

$\frac{F_{H,d}}{F_{v,Rd}}$ = **0,47 < 1**

Nachweis der Lochleibung:

α_b = $MIN(\frac{e_1}{3*d_0}; \frac{p_1}{3*d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{u,b,k}}{f_{u,k}}; 1,0)$ = 0,64

k_1 = $MIN(2,8*\frac{e_2}{d_0}-1,7;1,4*\frac{p_2}{d_0}-1,7;2,5)$ = 2,5

$F_{b,Rd}$ = $k_1 * \alpha_b * d * t_p * f_{u,k} / \gamma_{M2} / 1000$ = 55,30 kN

$\frac{F_{H,d}}{F_{b,Rd}}$ = **0,14 < 1**

Prüfung der Rand- und Lochabstände:

kleinste Abstände:

$1,2 * d_0 / e_1$ = **0,62 ~1**

$1,2 * d_0 / e_2$ = **0,62 ~1**

$2,4 * d_0 / p_2$ = **0,21 ≤ 1**

größte Abstände:

t = t_p = 10,00 mm

e_{max} = $4 * t + 40$ = 80,00 mm

e_1 / e_{max} = **0,31 ≤ 1**

e_2 / e_{max} = **0,31 ≤ 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 cm

Bolzen d_S= 1,20 cm

Streckgrenze Bolzenmaterial, β_S= 24,00 kN/cm²

Prismendruckfestigkeit Beton, β_P= 2,50 kN/cm²

Bolzentragfähigkeit

erf. Einbindelänge erf. l_1= $6^* d_S$ = 7,20 cm

l_1 / l_E = **0,45 < 1,0**

Sicherheitsbeiwert η= 5

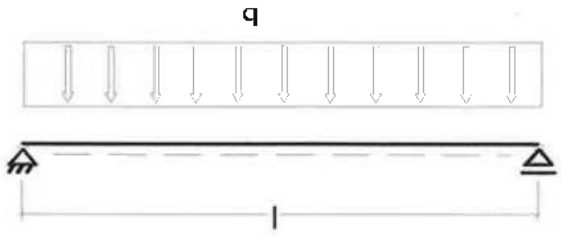
F_U= $(1{,}3^* d_S^{2*} \sqrt{(\beta_P^* \beta_S)})/\eta$ = 2,90 kN

Nachweis

$F_{H,k} / (n^* F_U)$ = **0,87 < 1,0**

1.08.1 Türsturz ZFS Typ 2 (11,5x11,3x125cm)

Statisches System:



Lichte Weite:
l_w= 1,010 m
Auflagerlänge:
l_a = 0,120 m
Länge der Ziegelflachsturzes
l_s= l_w+2* l_a = 1,25 m

Belastung:
aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand d_{MW} =11,5 cm, beidseitig verputzt
g_{MW}= 18*(0,115+2*0,02) = 2,79 kN/m²
Höhe der Übermauerung, h_{MW}= 3,02-2,135 = 0,89 m
Linienlast g_{MW}= g_{MW}* h_{MW} = 2,48 kN/m

Auflast max.q = g_{MW} = 2,48 kN/m

Nachweis:
Höhe der Druckzone: h = 0,50 m

gewählt: 1x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle
zul.q= 1* 27,72 = 27,72 kN/m
max.q / zul.q = **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.

T 3.9

1/ M_b = 39,5 Mpm => 7 Ø 25 | Schab dito 9 Ø 25 Ø 8 à 10

2/ M_d = 48,7 M_{pm}

$k_m = \frac{1,7 \times 4870}{50 \times 57^2} = 0,051$

$k_{xb} = 0,34 \quad k_s = 0,287 \quad k_z = 0,830$

$Fe = \frac{1,7 \times 4870 \times 0,287}{57} = 41,7\ cm^2$

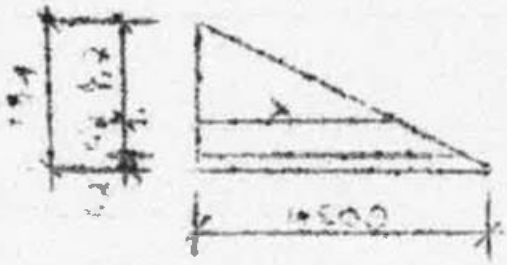
Vorschlag 9 Ø 25 $Fe = 44,18\ cm^2$

$T_{bd} = 40,5$ Mp

$\tau = \frac{40500}{50 \times 57 \times 0,830} = 17,1\ kp/cm^2$

4schnittige Bügel Ø 8 à 10 cm

$\tau_t = \frac{2,01 \times 2400}{10 \times 50 \times 1,7} = 5,7\ kp/cm^2$



$x = 450 \frac{3,7}{17,1} = 271$ cm

$f_o = \frac{0,5 \times 3,7 \times 271 \times 50 \times 1,7}{4200\sqrt{2}} =$

$= 18,9\ cm^2$

abgebogen werden 4 Ø 25 / Fe = 19,64 cm^2 /

Risseuntersuchung

$\mu = \frac{44,18 \times 100}{57 \times 50} = 1,55$

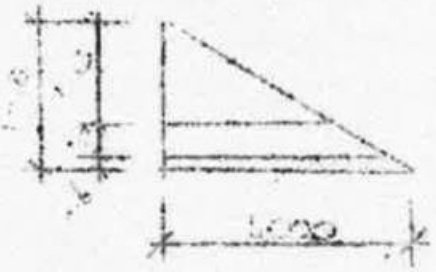
$k_\delta = 2,2 \qquad k_{\delta'} = 24$

$\max \delta = 2,2 \times 24 = 52$ mm > 35 mm ....entspricht

- 178 -

$T_{ds} = 41,9$ kp

$$\tau = \frac{41903}{50 \times 47 \times 0,850} = 17,8 \text{ kp/cm}^2$$



dachmittige Bügel a 10 cm

$\tau_t = 5,7$ kp/cm²

$x = 500 \frac{10,5}{17,8} = 174$ cm

$f_e = \frac{0,4 \times 10,5 \times 17, \times 50 \times 1,7}{4100 \sqrt{\ }} =$

$= 12,9$ cm²

abgebogen werden 3 Ø 22

3/ $V_e = 21,86$ kpm ⇒ 4 Ø 10

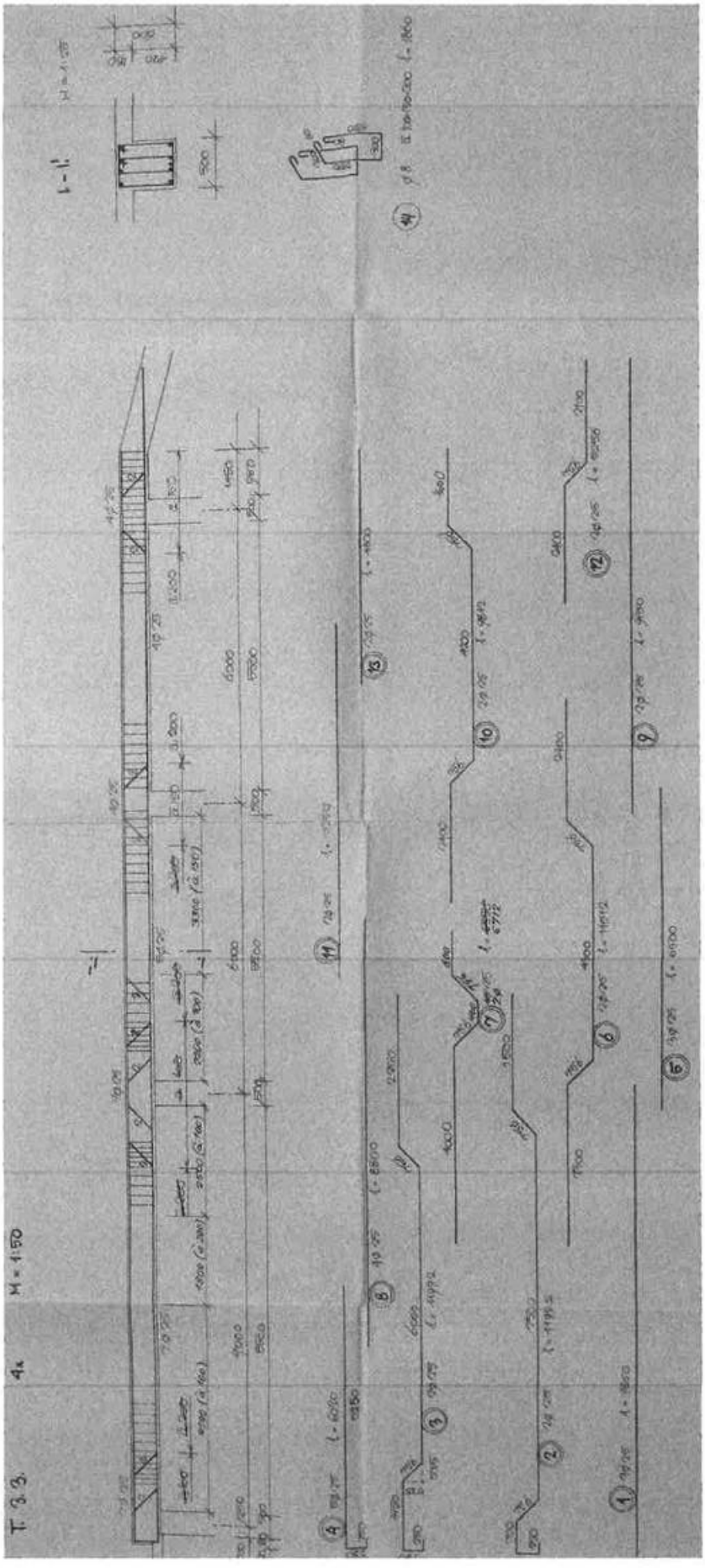
$T_{ed} = 38,6$ kp ⇒ 1 Abbiegungen + Bügel 1/ 8 a 12 cm

4/ $V_f \triangleq V_e$ ⇒ 4 Ø 10 Genau dito

5/ $V_{g3} = 38,6$ kpm ⇒ 7 Ø 22

6/ $V_{g4} = 29,8$ kpm ⇒ 6 Ø 22

7/ $V_{g5} = 18,2$ kpm ⇒ 4 Ø 22

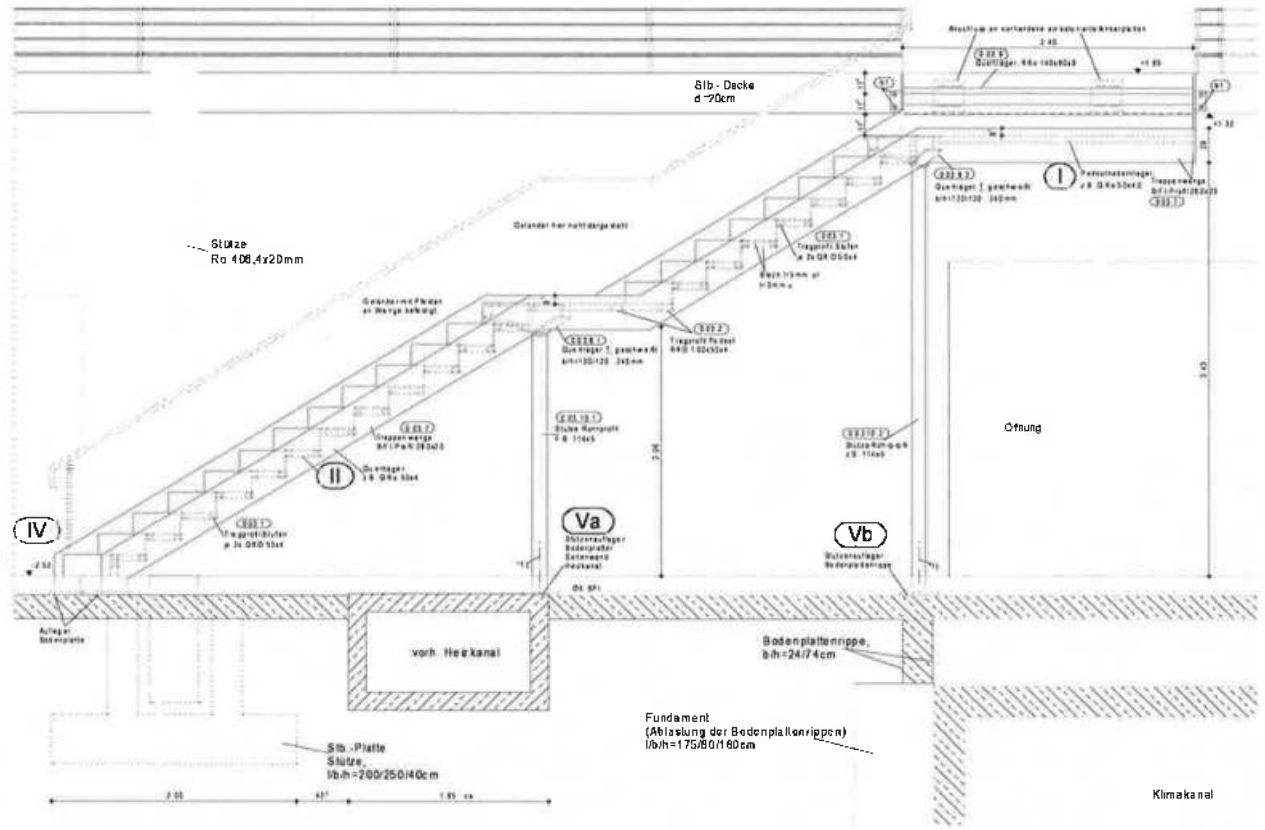

T 3.3.
M = 1:50
1 - 1'

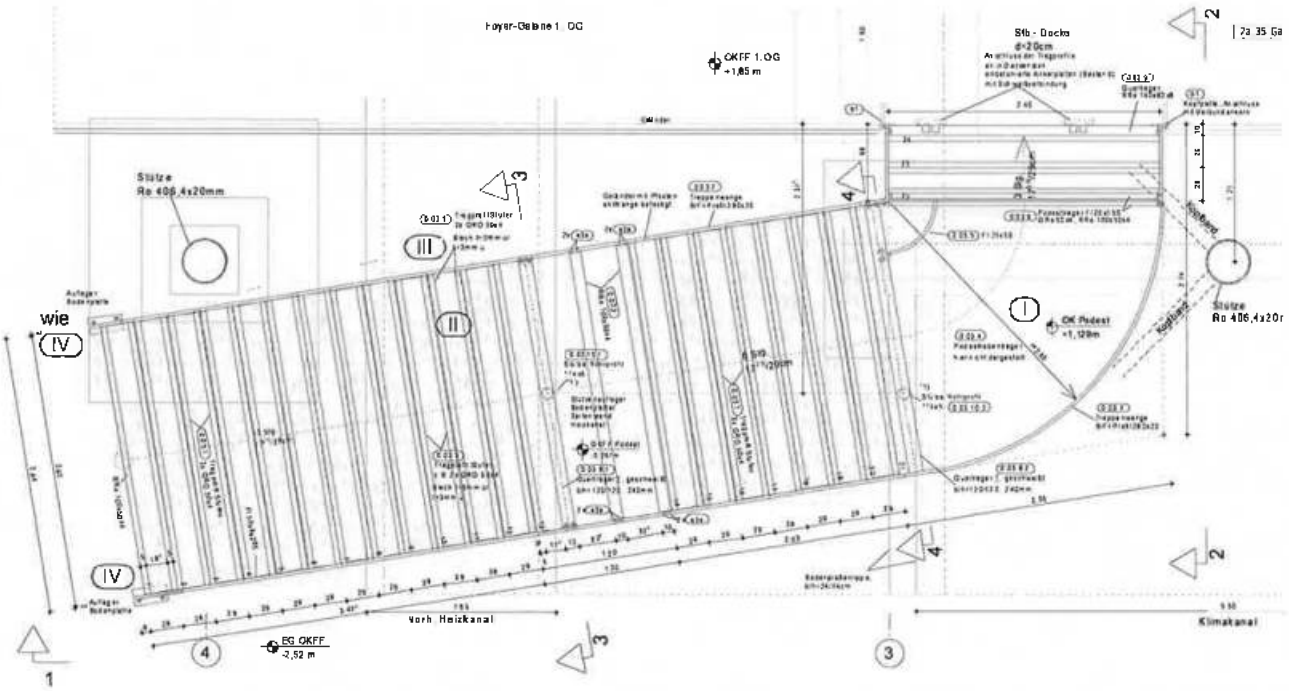
0.03 Stahltreppe als Fluchttreppe im Außenfoyer, neu

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 Stahltreppe 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. Ergänzenden Nachweise werden im Zuge der Ausführungsplanung nachgereicht.

Geometrie:


Stb - Decke
d =20cm
Stütze
Ro 406,4x20mm
Öffnung
vorh. Heizkanal
Bodenplattenrippe,
b/h=24/74cm
Fundament
(Ablastung der Bodenplattenrippen)
l/b/h=175/80/160cm
Stb.-Platte
Stütze,
l/b/h=200/250/40cm
Klimakanal


Foyer-Galerie 1. OG
OKFF 1. OG
+1,85 m
Stb - Decke
d=20cm
Stütze
Ro 406,4x20mm
OK Podest
+1,120m
wie
vorh. Heizkanal
EG OKFF
-2,52 m
Klimakanal

Profile:
Stützen unter Podesten Ro 114,3x5
Querträger Stützenköpfe als T- Profile mit veränderl. Höhe b/h=120/120...240mm (aus HEB 120)
Querträger am Treppenantritt QRo 100x4
Querträger am Treppenaustritt RRo 140x80x8 (w)
Wangen BrFl 280x20
Tragprofile oberes Podest QRo 50x4, Fl 25x50
Querträger oberes Podest Fl 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}*(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 (Bl)
h_{St}= 0,17+0,05 = 0,22 m

zum Nachweis, Querprofile (Längsprofile werden vom Programmsystem berücksichtigt)
Profile Querrichtung, Fl 50x8, $g_{Fl_50_8}$= 0,03 kN/m
G_{TSt_1}= 2*b_{St}* $g_{Fl_50_8}$ = 0,02 kN/m
Stufenfläche A_{St}= 2,4*0,29 = 0,70 m²
aus Blech, oben, Setzstufe t=5mm, unten 3mm
g_{Bl_5mm}= 0,005*78,5 = 0,39 kN/m²
g_{Bl_3mm}= 0,003*78,5 = 0,24 kN/m²

vorderes Längsprofil
g_{Bl_St1}= (b_{St}/2+h_{St})*g_{Bl_5mm}+b_{St}/2*g_{Bl_3mm} = 0,18 kN/m
hinteres Längsprofil
g_{Bl_St2}= b_{St}/2*(g_{Bl_5mm}+g_{Bl_3mm}) = 0,09 kN/m

aus Stufenbelag, mit g_{Bel}= 0,20 kN/m²

Linienlast je Längsprofil
vord. Stufenprofil
g_{St_L1}= $G_{TSt_1}/(2*l_{St}) + g_{Bl_St1} + g_{Bel} * b_{St}/2$ = 0,21 kN/m
hinteres Stufenprofil
g_{St_L2}= $G_{TSt_1}/(2*l_{St}) + g_{Bl_St2} + g_{Bel} * b_{St}/2$ = 0,12 kN/m
zum Nachweis angesetzt
$g_{St_L1_L2}$= **0,25 kN/m**

Podestflächen
aus Blech, oben t=5mm, unten 3mm
g_{Bt}= $g_{Bl_5mm} + g_{Bl_3mm}$ = 0,63 kN/m²

Austeifungsprofile im Abstand e=0,4m mit g=0,1 kN/m
g_{1_Po}= 0,1/0,4 = 0,25 kNm²
aus Belag, mit g_{Bel}= 0,20 kN/m²

Flächenlast
g_{Po}= $g_{Bl} + g_{1_Po} + g_{Bel}$ = 1,08 kN/m²
zum Nachweis angesetzt
g_{Po}= **1,20 kN/m²**

Geländer, Verglasung mit VSG. d=2x6mm, h=1,0m
Linienlast
g_{Gel}= 25* 2*0,006*1 = **0,30 kNm**

LF 2 bis 6 Nutzlast/ Holmdruck Geländer
Lastanordnung abschnittwesie
Flächenlast
q_{Tr}= 5,00 kN/m²
Linienlasten Stufen, je Längsprofil
$q_{St_L1_L2}$= $q_{Tr} * b_{St}/2$ = 0,72 kN/m
zum Nachweis angesetzt
$q_{St_L1_L2}$= **0,75 kN/m**

Bereich Podest
q_{Po}= q_{Tr} = 5,00 kN/m²

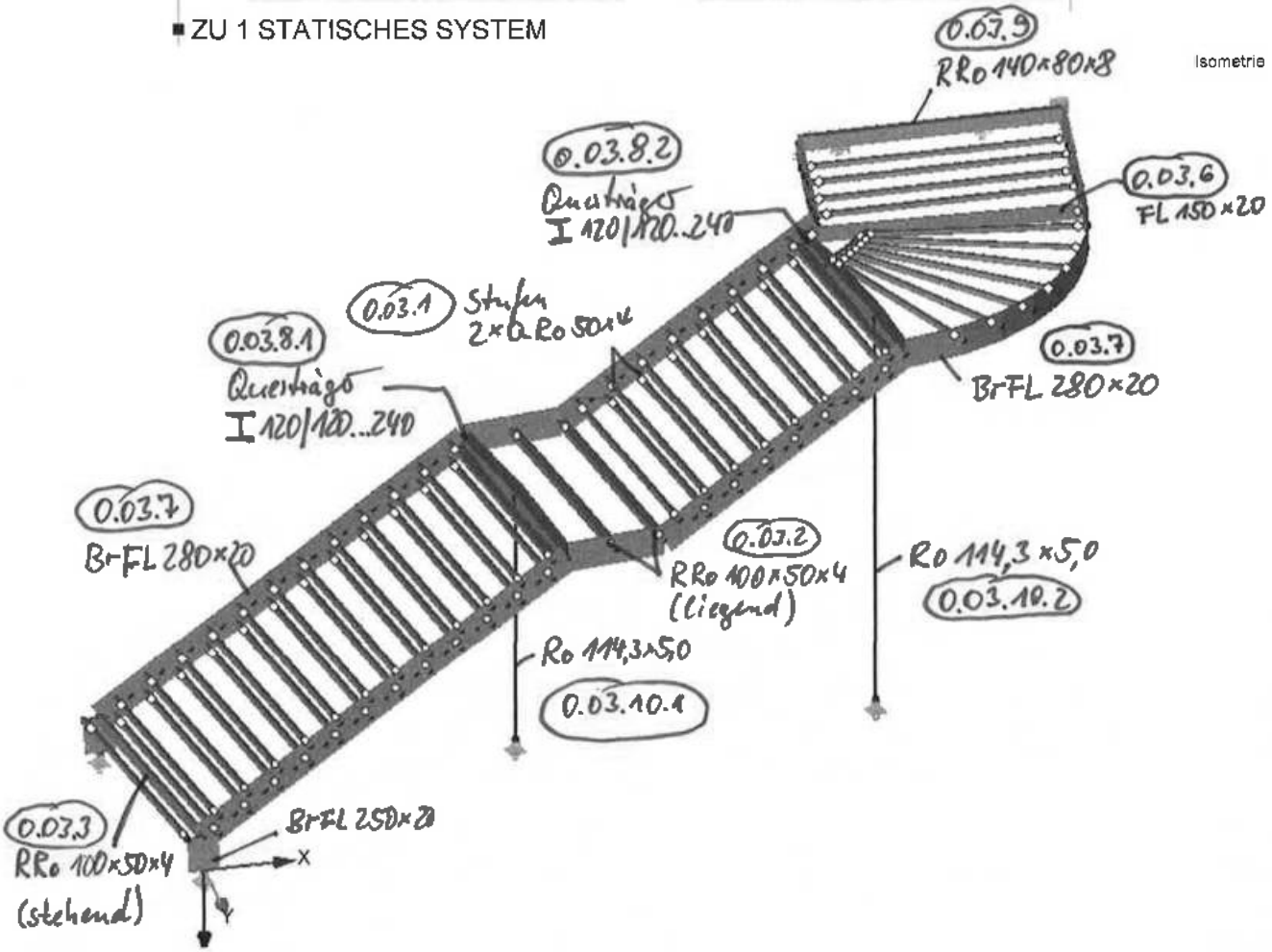
Mannlast auf Stufen
Q_{V1}= 2,00 kN
(zusätzlicher Nachweis sh. Pos. 0.03.6)

Holmlast horiz., jeweils in Richtung "nach außen" angesetzt
q_H= 1,00 kN/m
über Handlauf und Pfosten auf Wangenprofile eingetragen
Biegebeanspruchung Wangenprofile
Geländerhöhe, h_{Gel}= 1,00 m
M_q= $q_H * h_{Gel}$ = 1,00 kNm

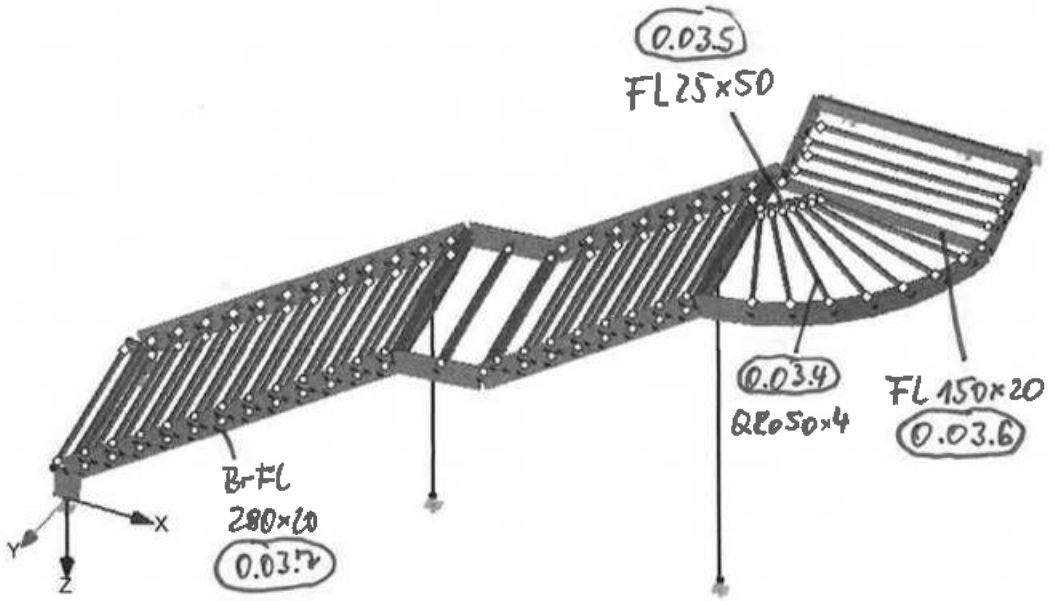
3 Belastungsbilder
siehe EDV Ausdruck nachf. Seiten

ZU 1 STATISCHES SYSTEM

Isometrie

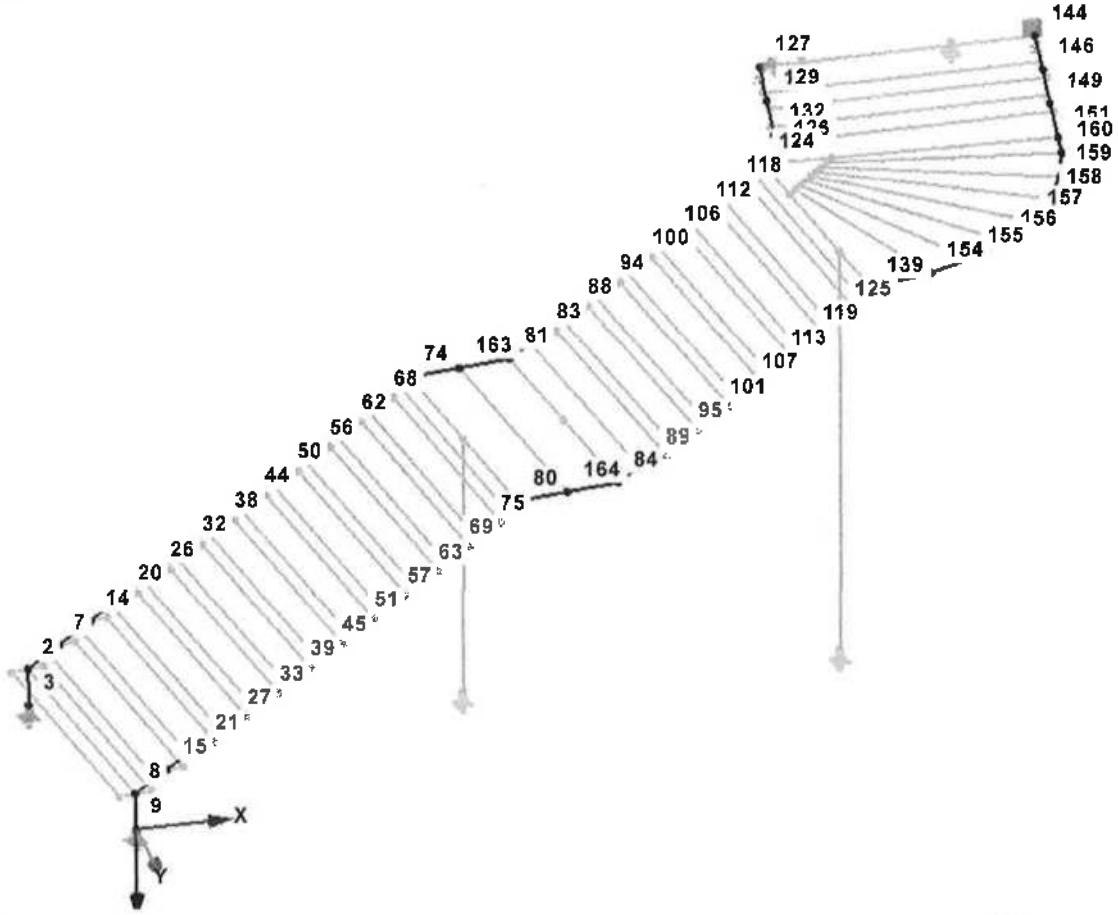


Isometrie



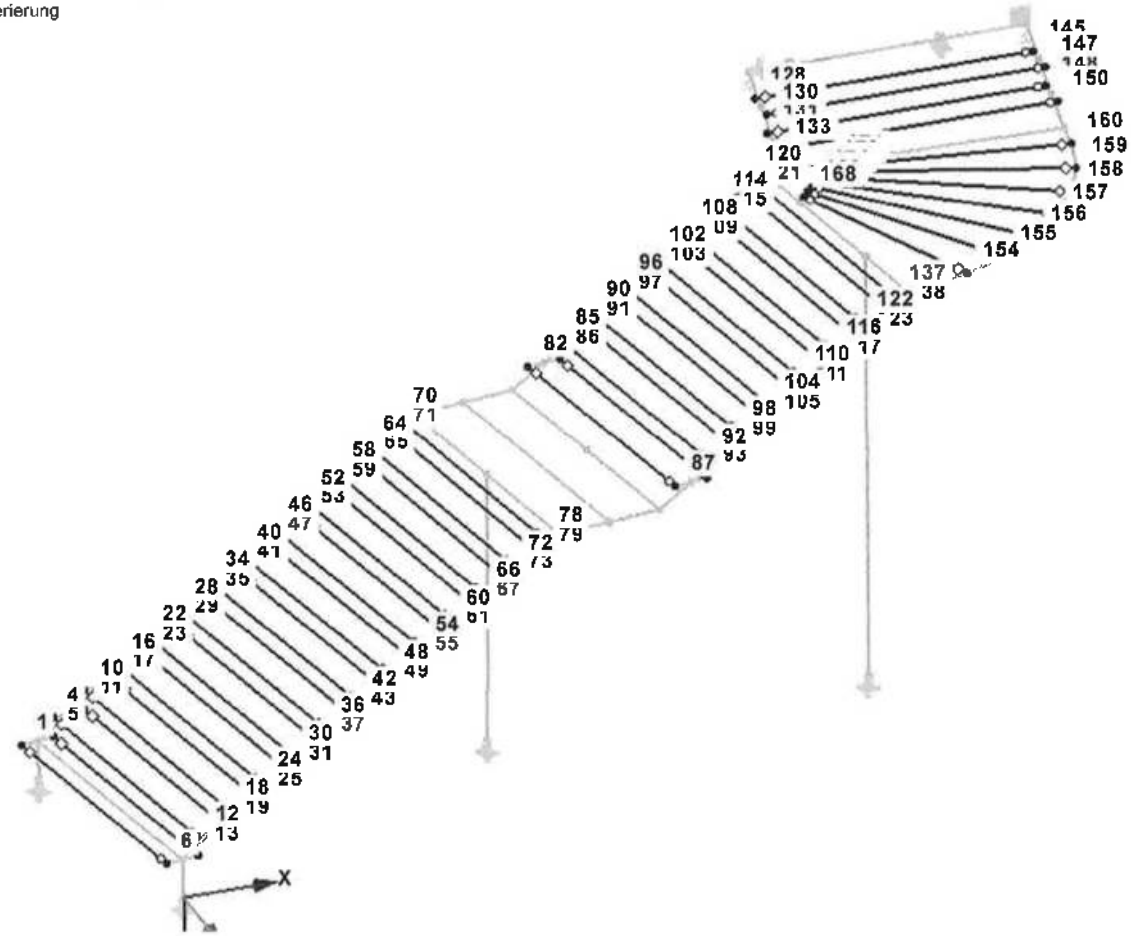
ZU 1 STATISCHES SYSTEM, WANGEN, QRO- STUFENPROFILE

Knotennummerierung



Isometrie

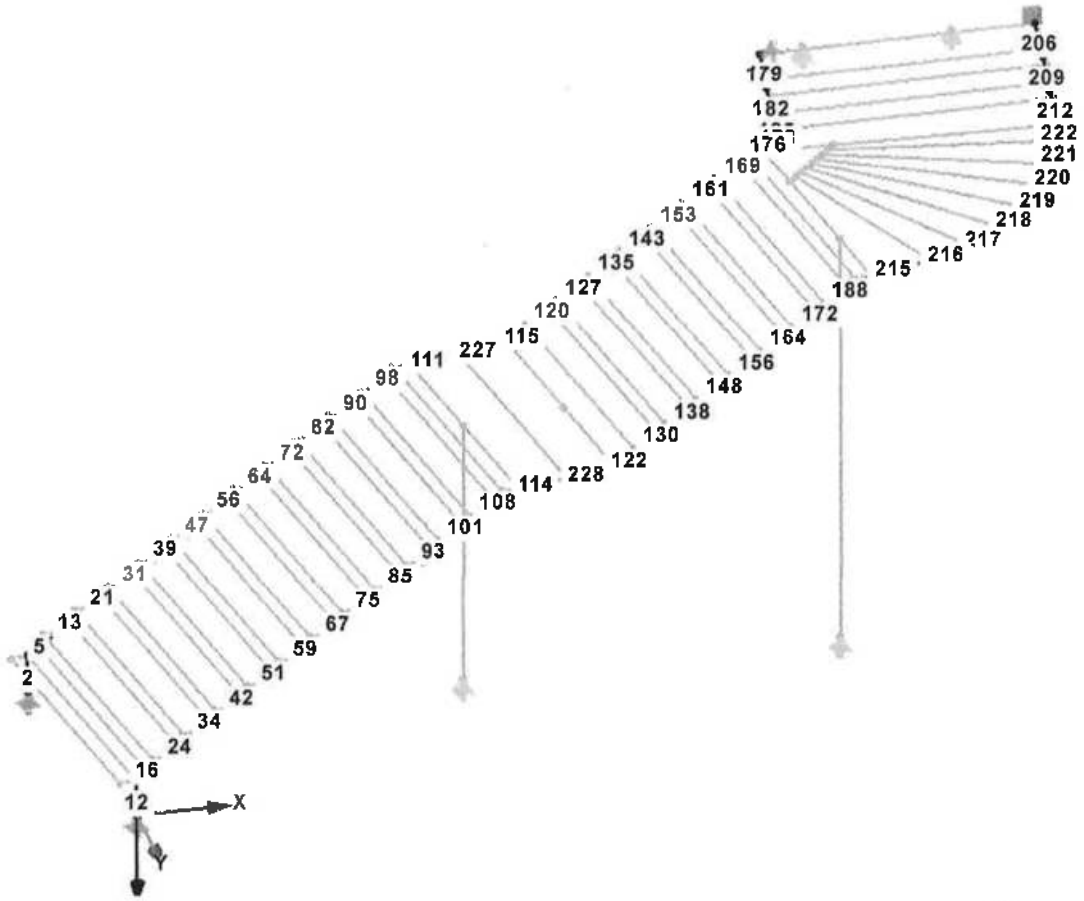
Knotennummerierung



Isometrie

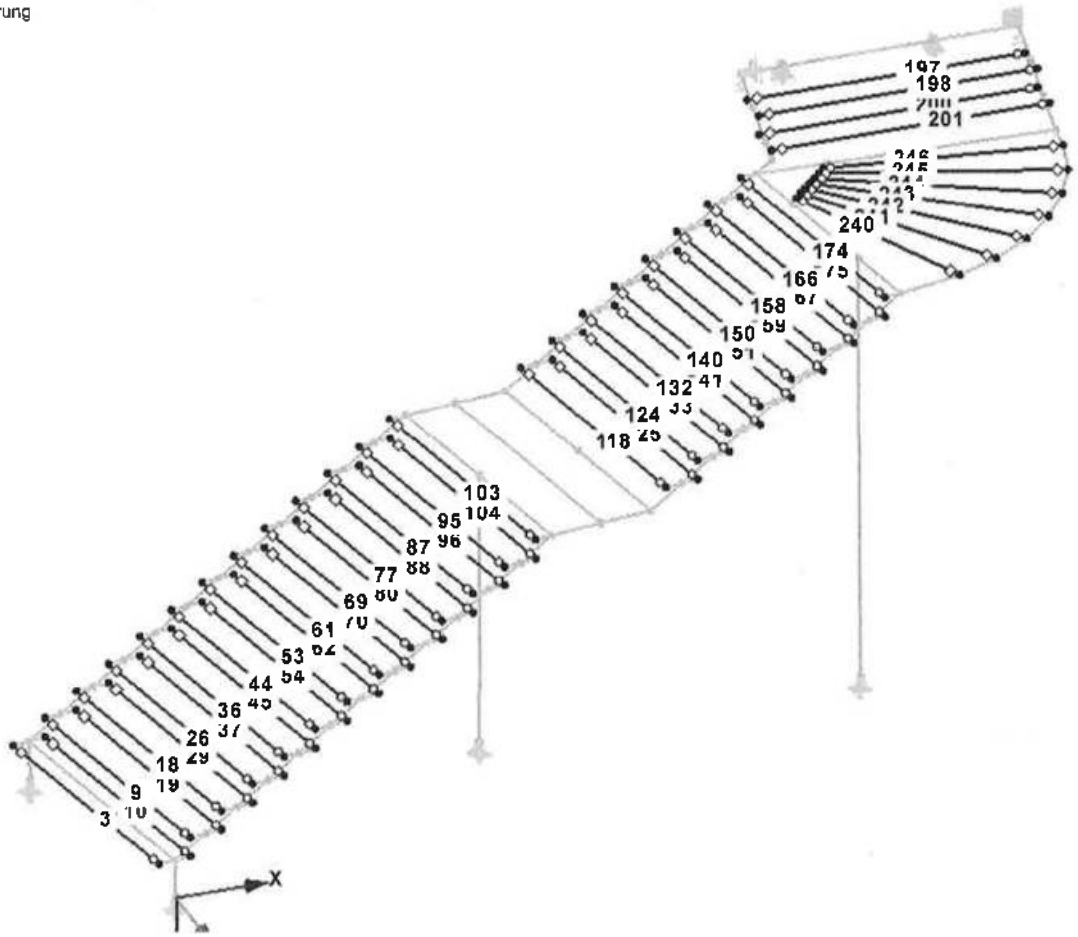
ZU 1 STATISCHES SYSTEM, WANGEN, QRO- STUFENPROFILE

Stabnummerierung



Isometrie

Stabnummerierung

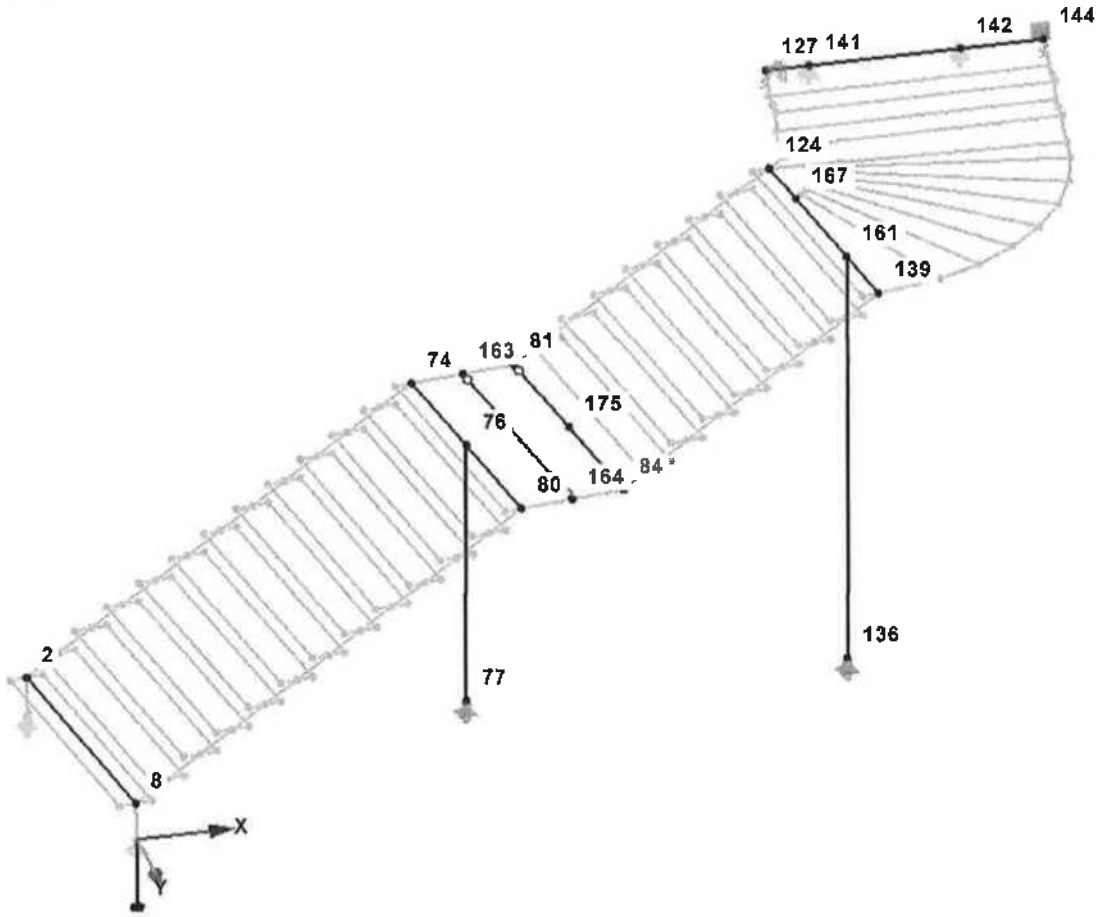


Isometrie

ZU 1 STATISCHES SYSTEM, STÜTZEN, QUERTRÄGER

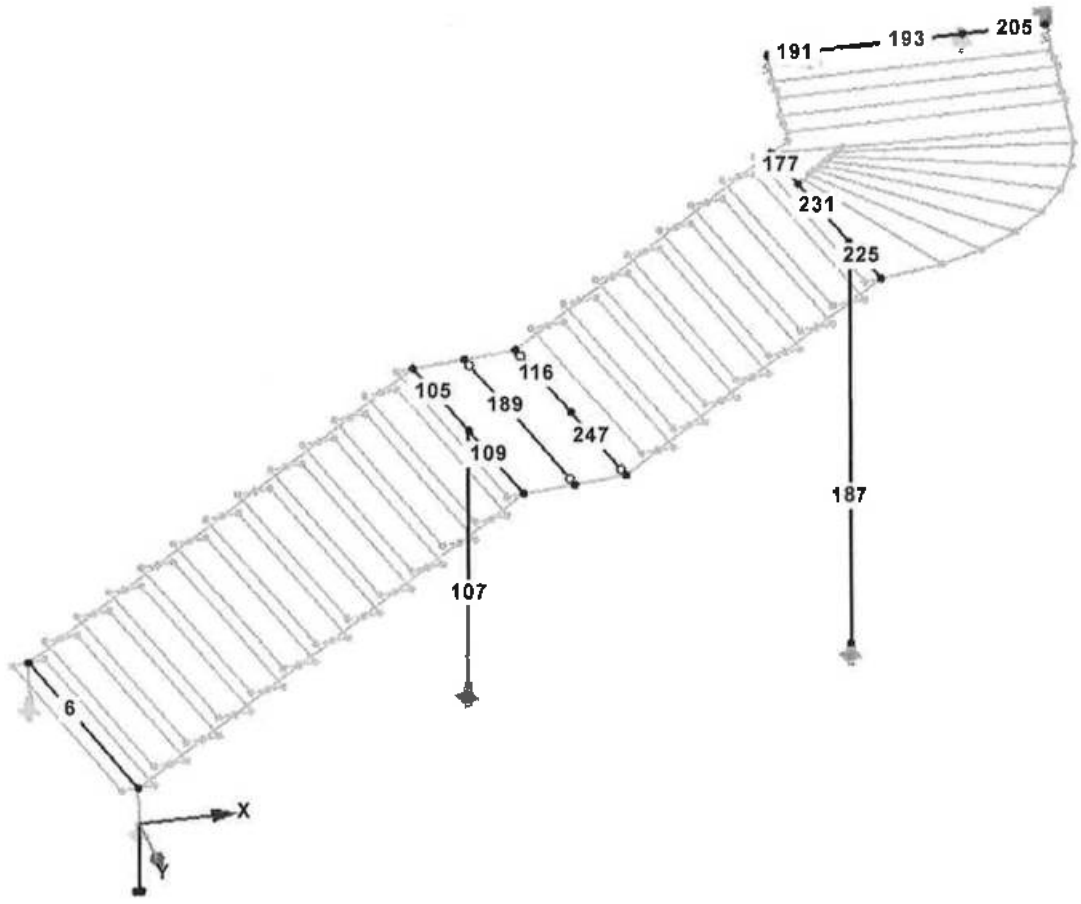
Knotennummerierung

Isometrie



Stabnummerierung

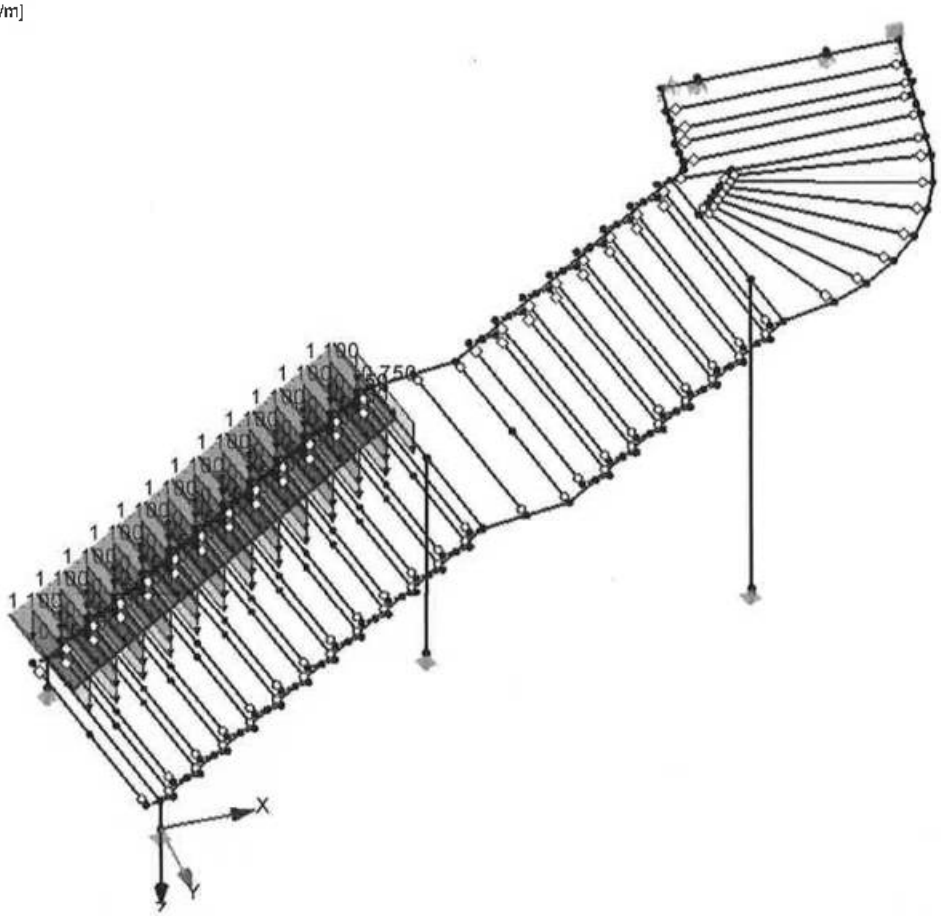
Isometrie



ZU 3 BELASTUNGSBILDER LF3, LF4

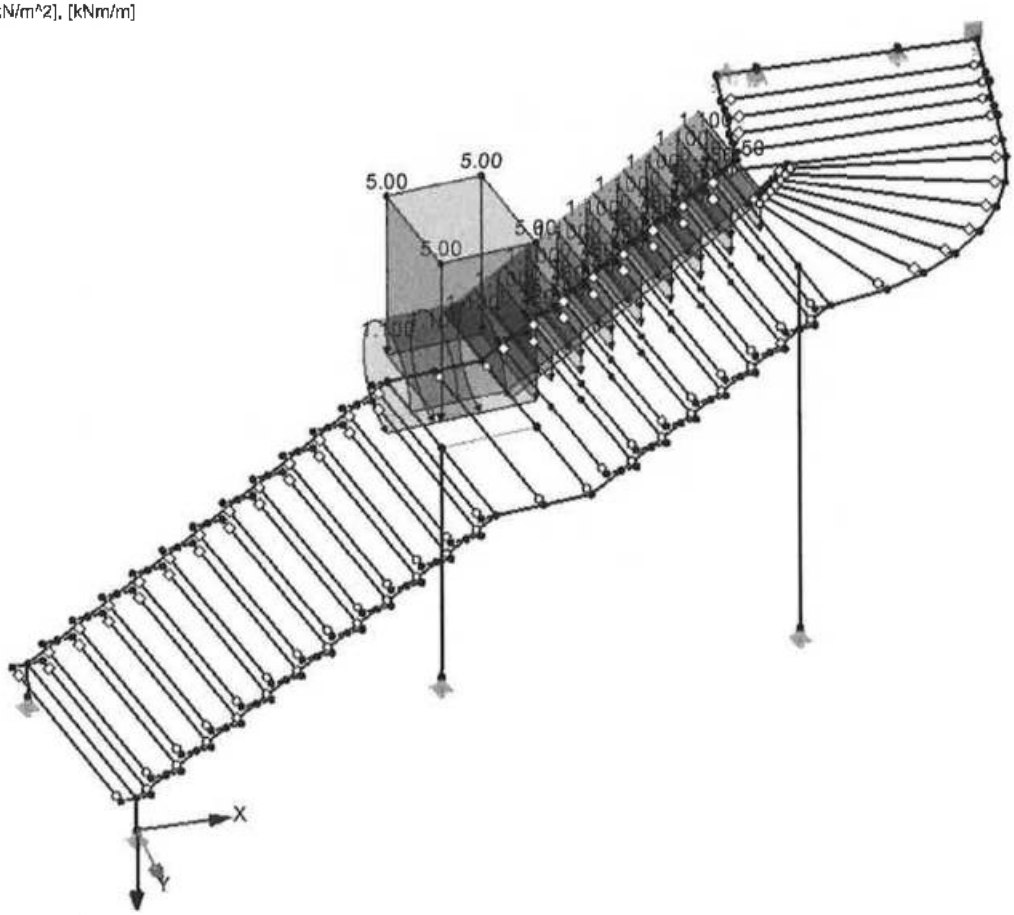
LF2 : Nutzlast 1
Belastung [kN/m], [kNm/m]

Isometrie



LF3 : Nutzlast 2
Belastung [kN/m], [kN/m^2], [kNm/m]

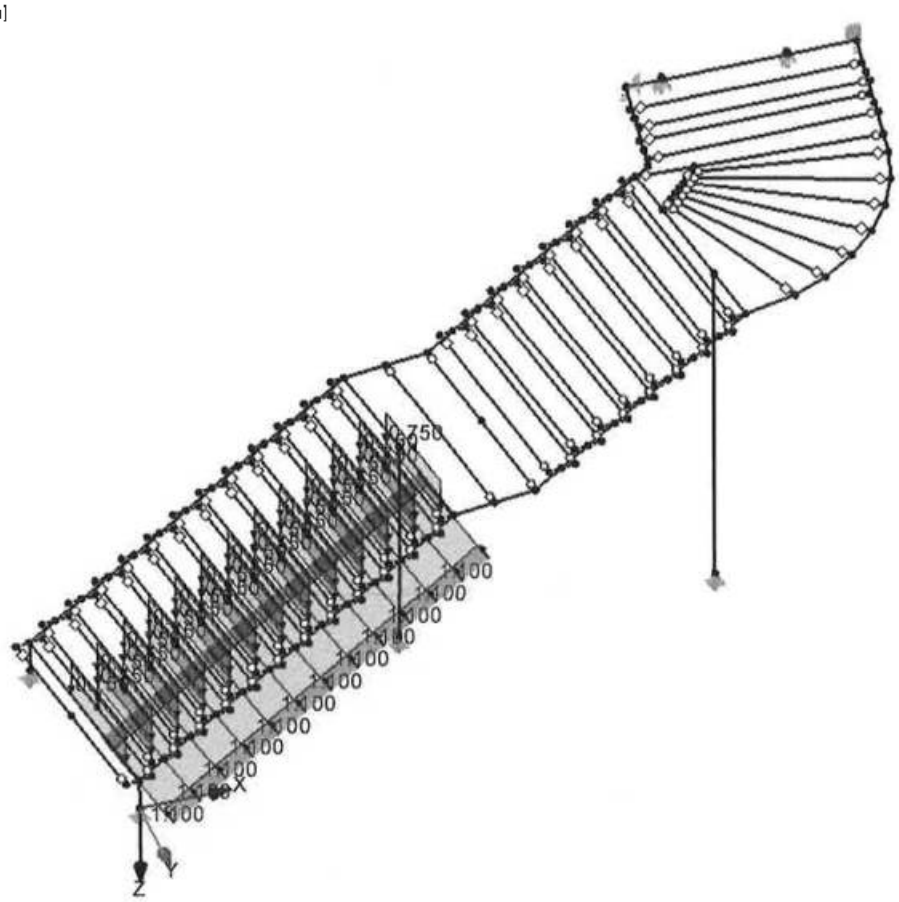
Isometrie



ZU 3 BELASTUNGSBILDER LF4, LF5

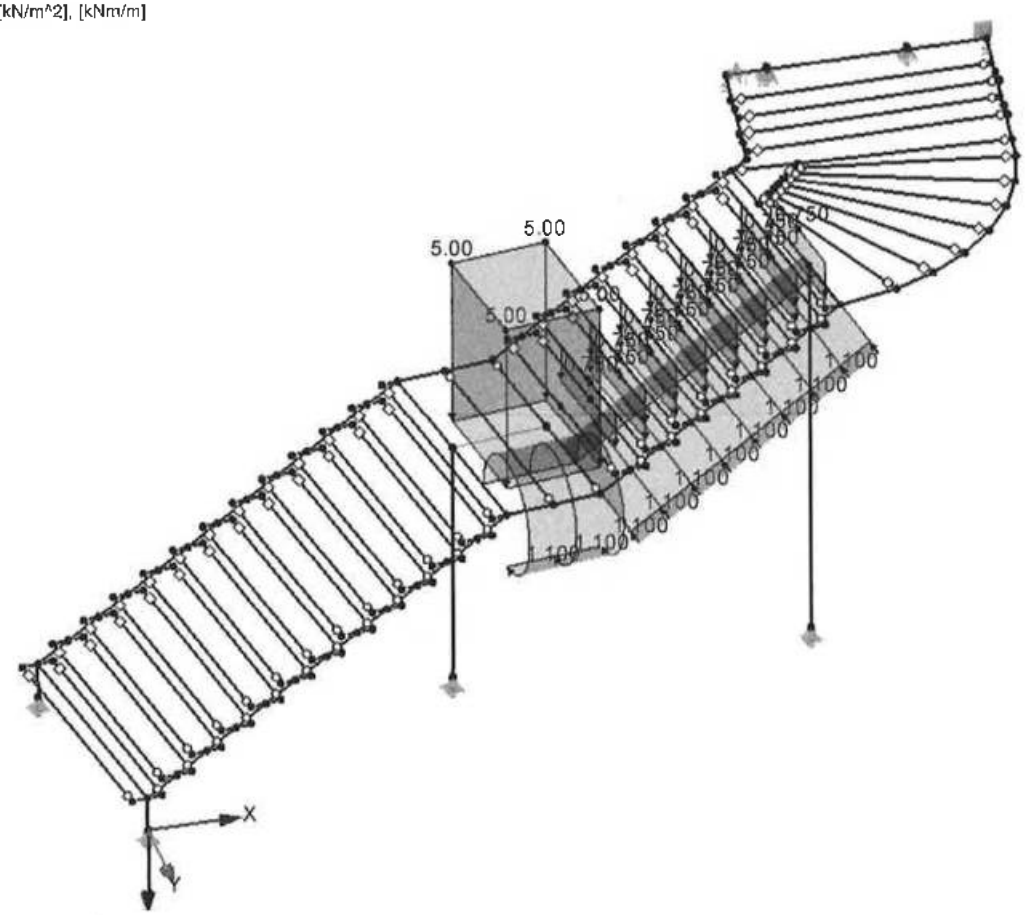
LF4 : Nutzlast 3
Belastung [kN/m], [kNm/m]

Isometrie



LF5 : Nutzlast 4
Belastung [kN/m], [kN/m^2], [kNm/m]

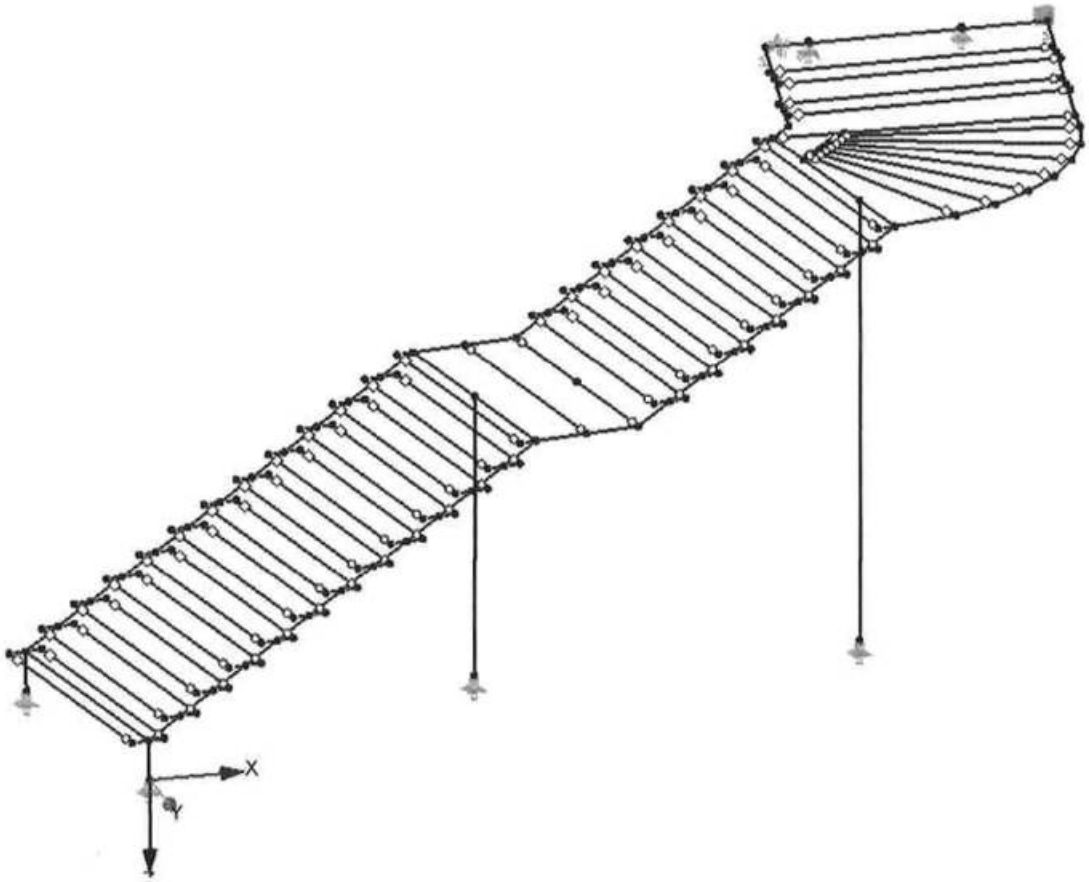
Isometrie



ZU 3 BELASTUNGSBILDER LF1

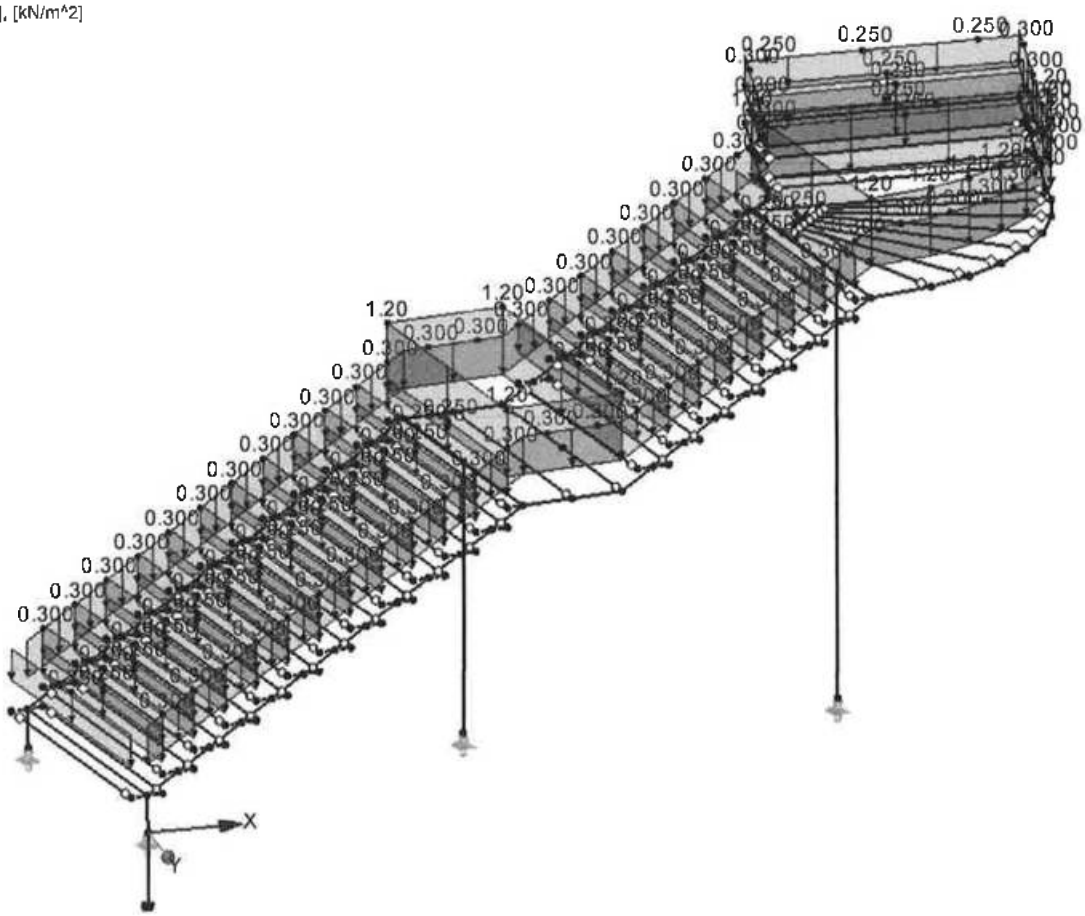
LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN/m], [kN/m^2]

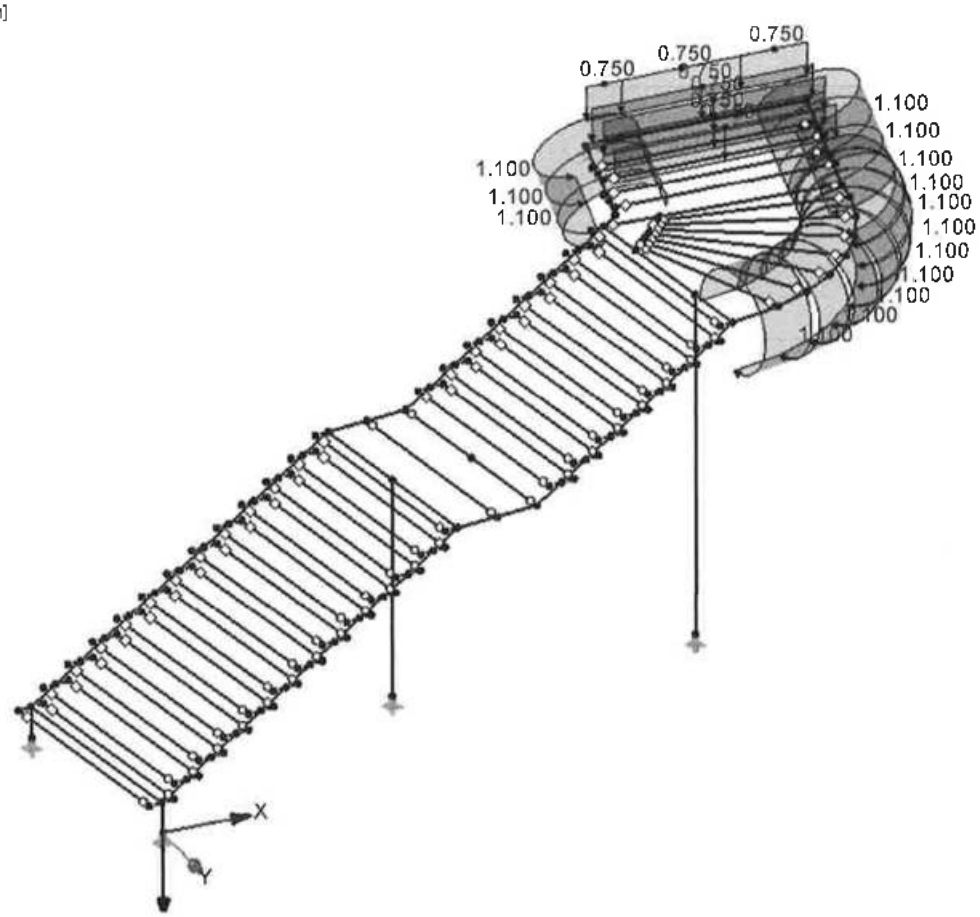
Isometrie



ZU 3 BELASTUNGSBILDER LF6

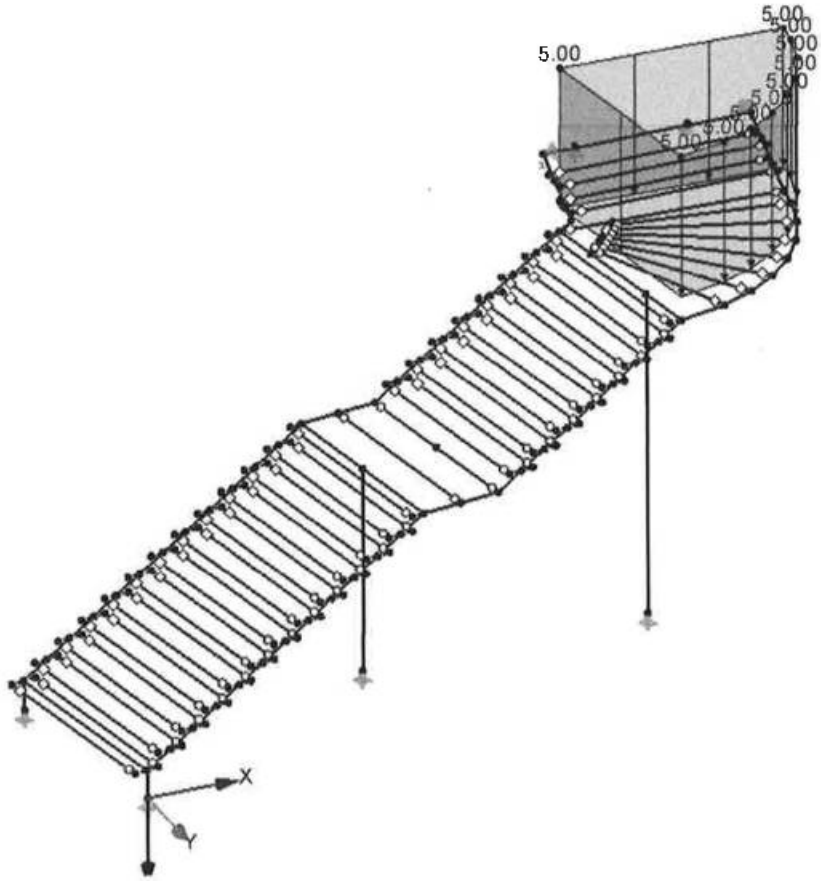
LF6 : Nutzlast 5
Belastung [kN/m], [kNm/m]

Isometrie



LF6 : Nutzlast 5
Belastung [kN/m^2]

Isometrie



4 Lastfallkombinationen

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

ständige Einwirkungen	
bei P/T, γ_G =	1,35
bei A, $\gamma_{_G}$ =	1,00
veränderliche Einwirkungen	
bei P/T, γ_Q =	1,50
bei A, $\gamma_{_Q}$ =	1,00

- für Tragfähigkeitsnachweise

Kombinationen für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen

$E_d = E(\Sigma \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$

EK 1 Eig.+ Nutzlast

1,35*Eig. + 1,5*Q. $\Rightarrow$ 1,35*LF1+1,5*LF2+1,5*LF3+1,5*LF4+1,5*LF5+1,5*LF6

- für Gebrauchstauglichkeitsnachweise

$E_d = E(\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} * Q_{k,i})$

EK 2 Eig.+Nutzlast

1,0*Eig. + 1,0*Q $\Rightarrow$ 1,0*LF1+1,0*LF2+1,0*LF3+1,0*LF4+1,0*LF5+1,0*LF6

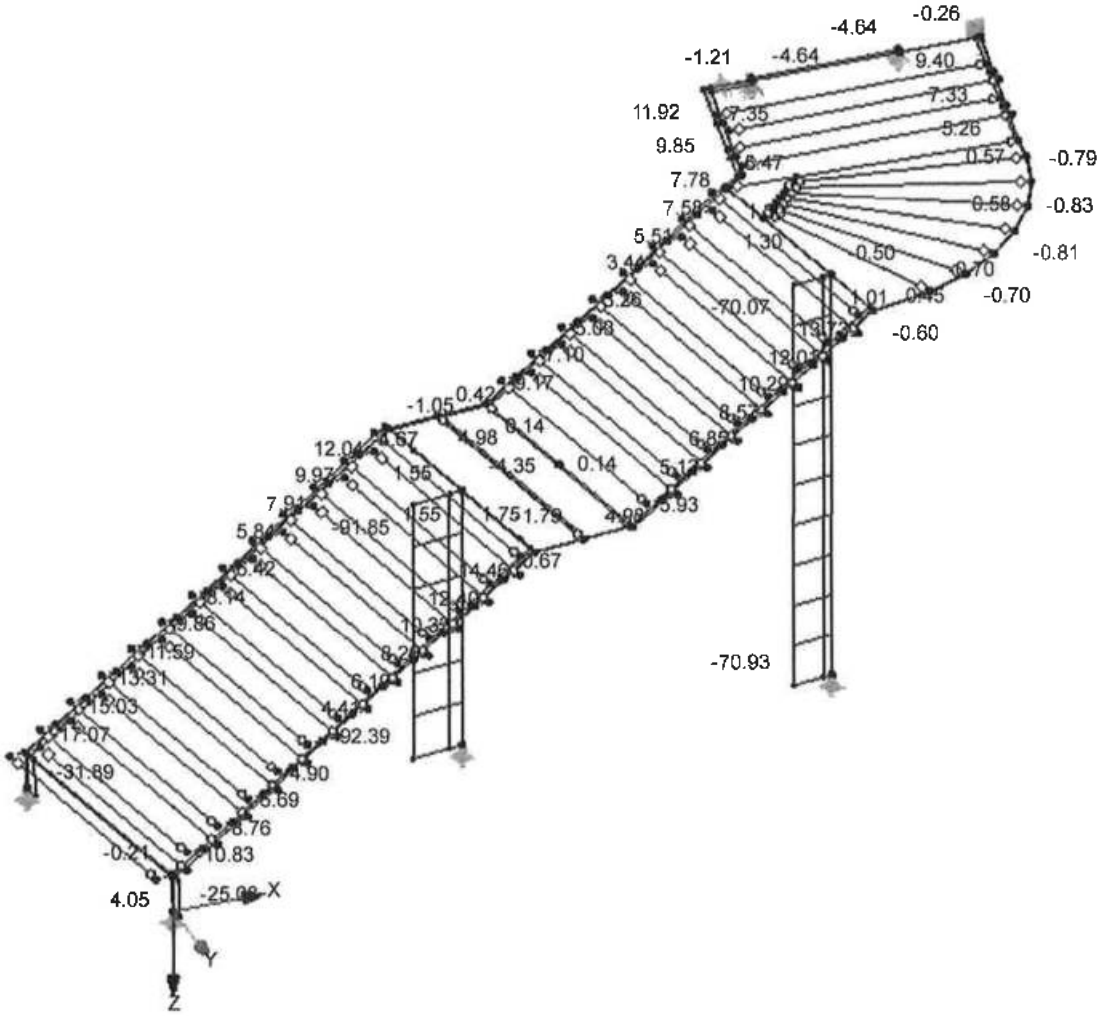
5 Elektronische Berechnung

Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise werden durch das Programmsystem RSTAB, Programmteile STAHL EC3 durchgeführt.
Die Nachweise für verschwächte Querschnitte, Anschlüsse werden extra geführt.
siehe auch Anlage H1

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

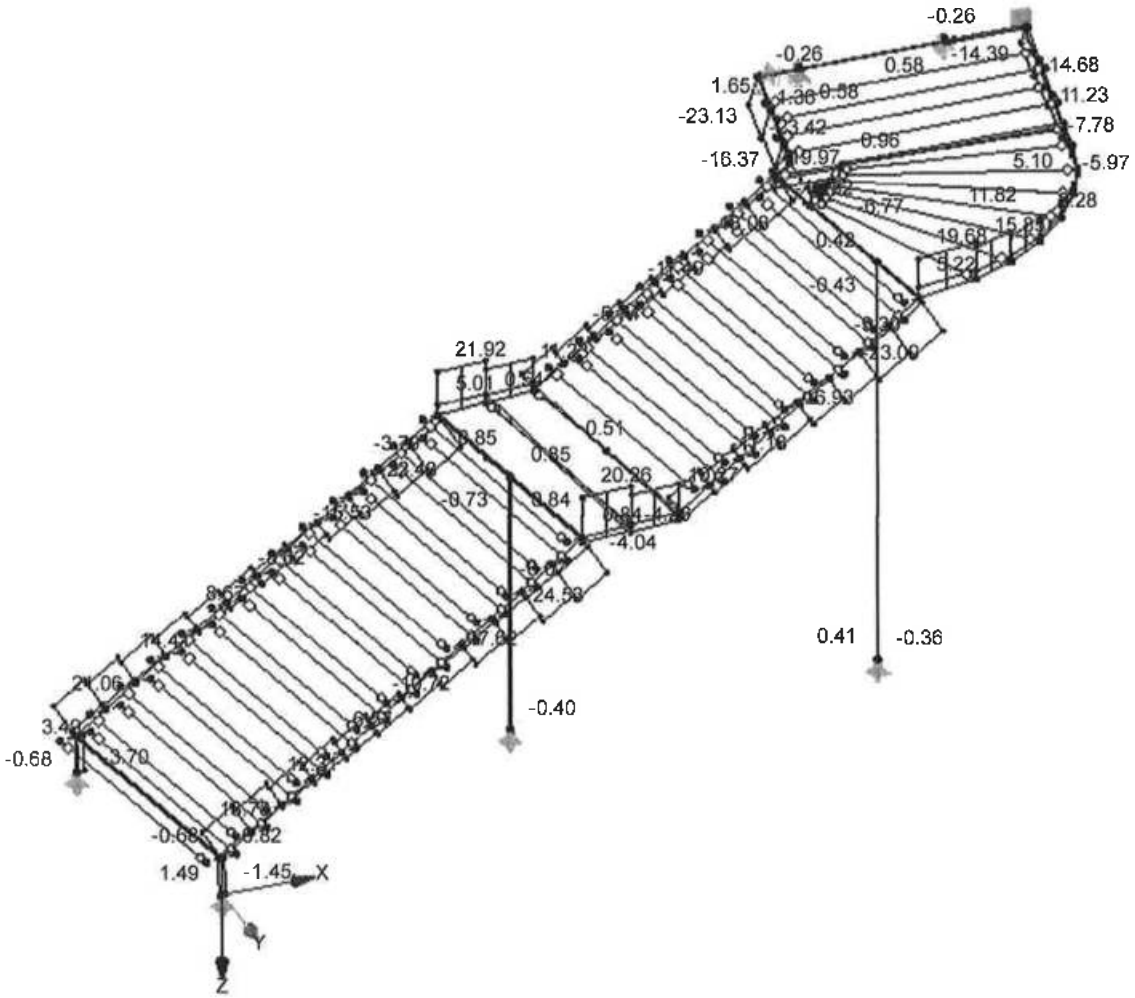


Max N: 14.46, Min N: -92.39 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgeband GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

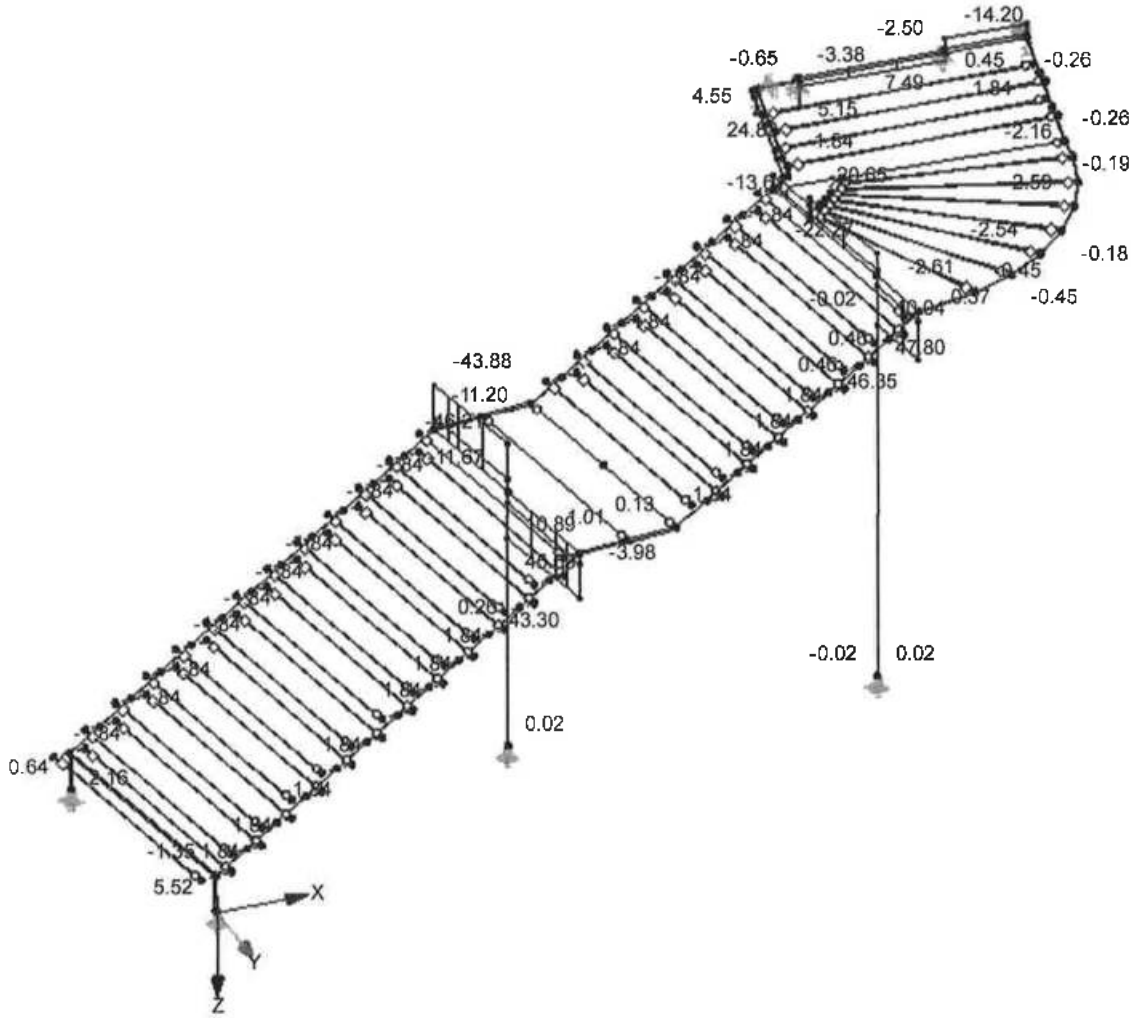


Max V-y: 21.92, Min V-y: -24.53 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

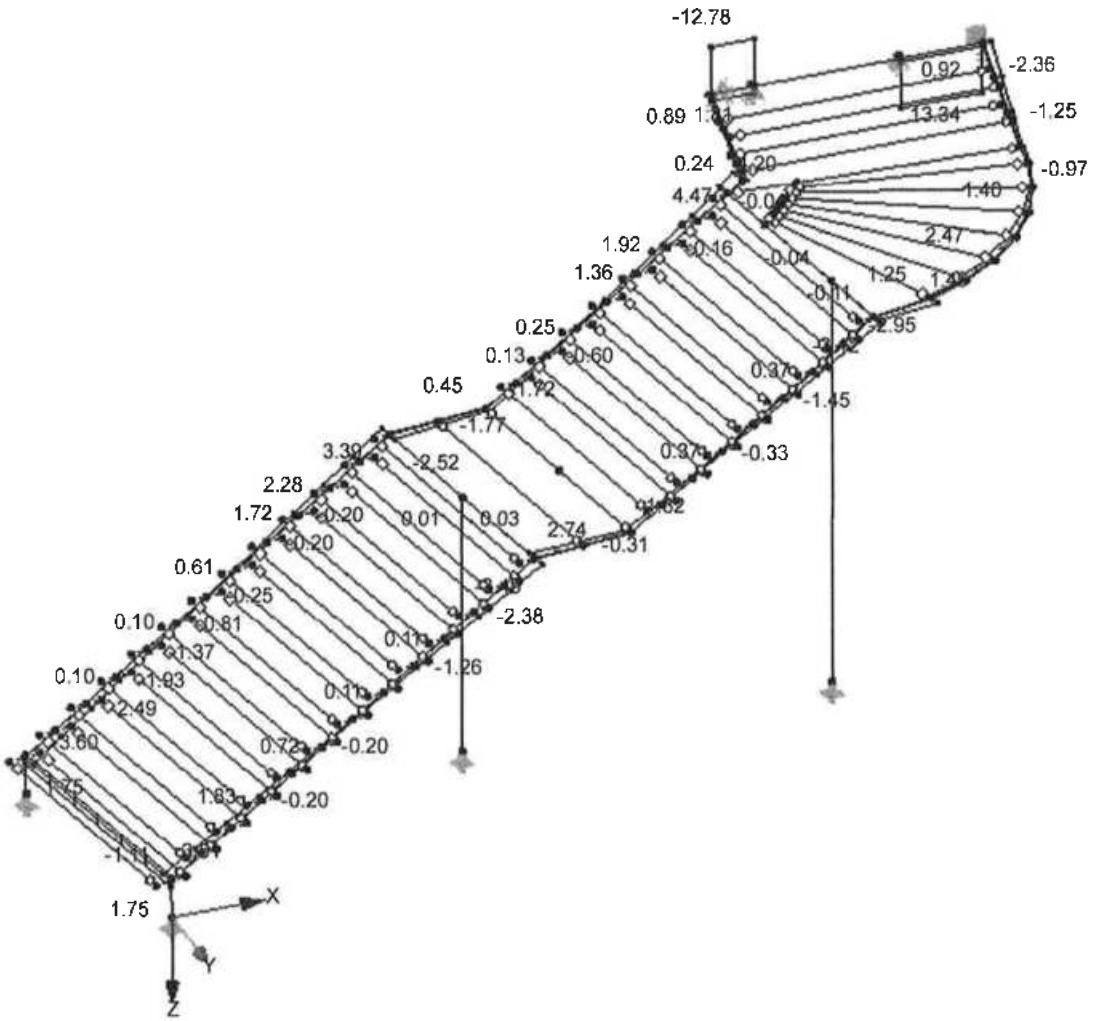


Max V-z: 47.80, Min V-z: -46.21 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

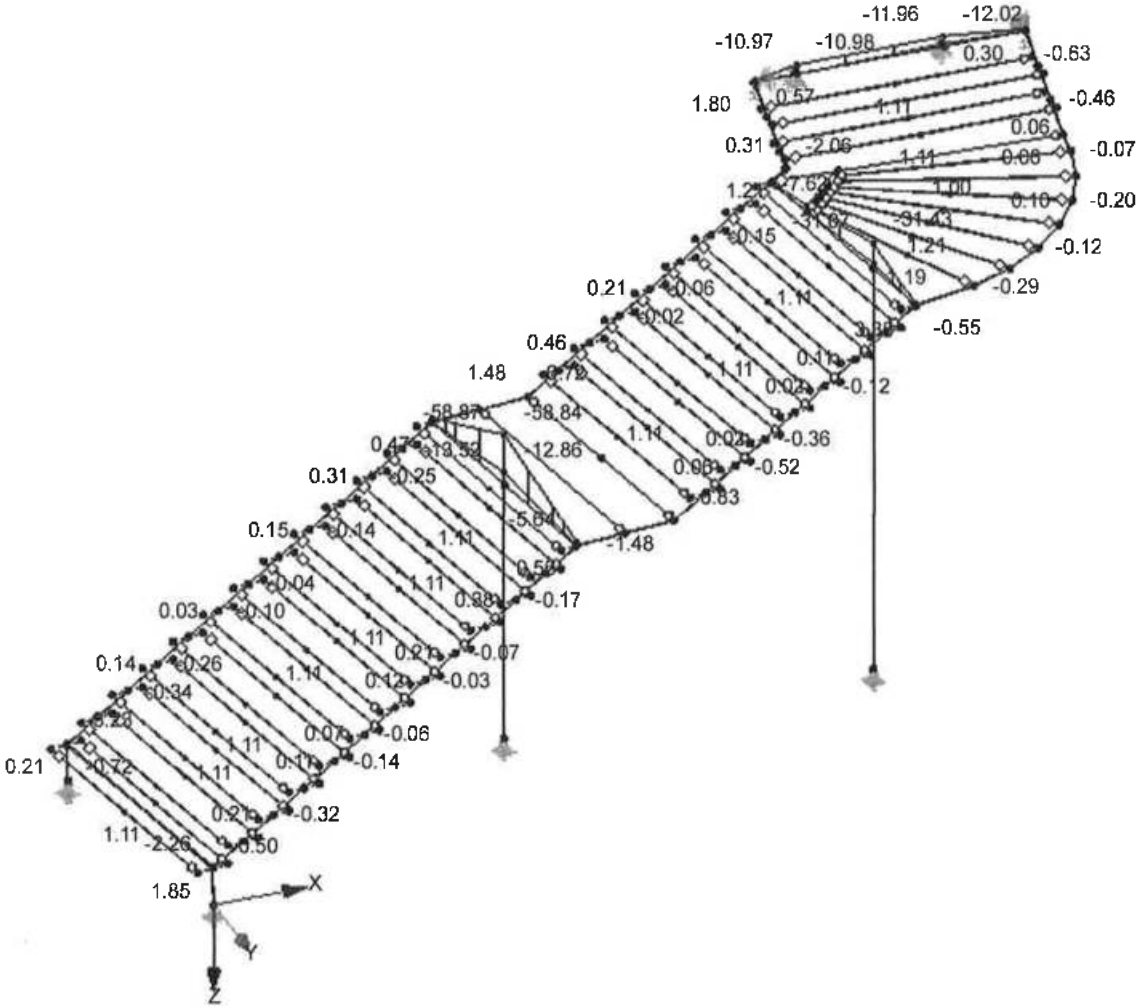


Max M-T: 13.34, Min M-T: -12.78 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

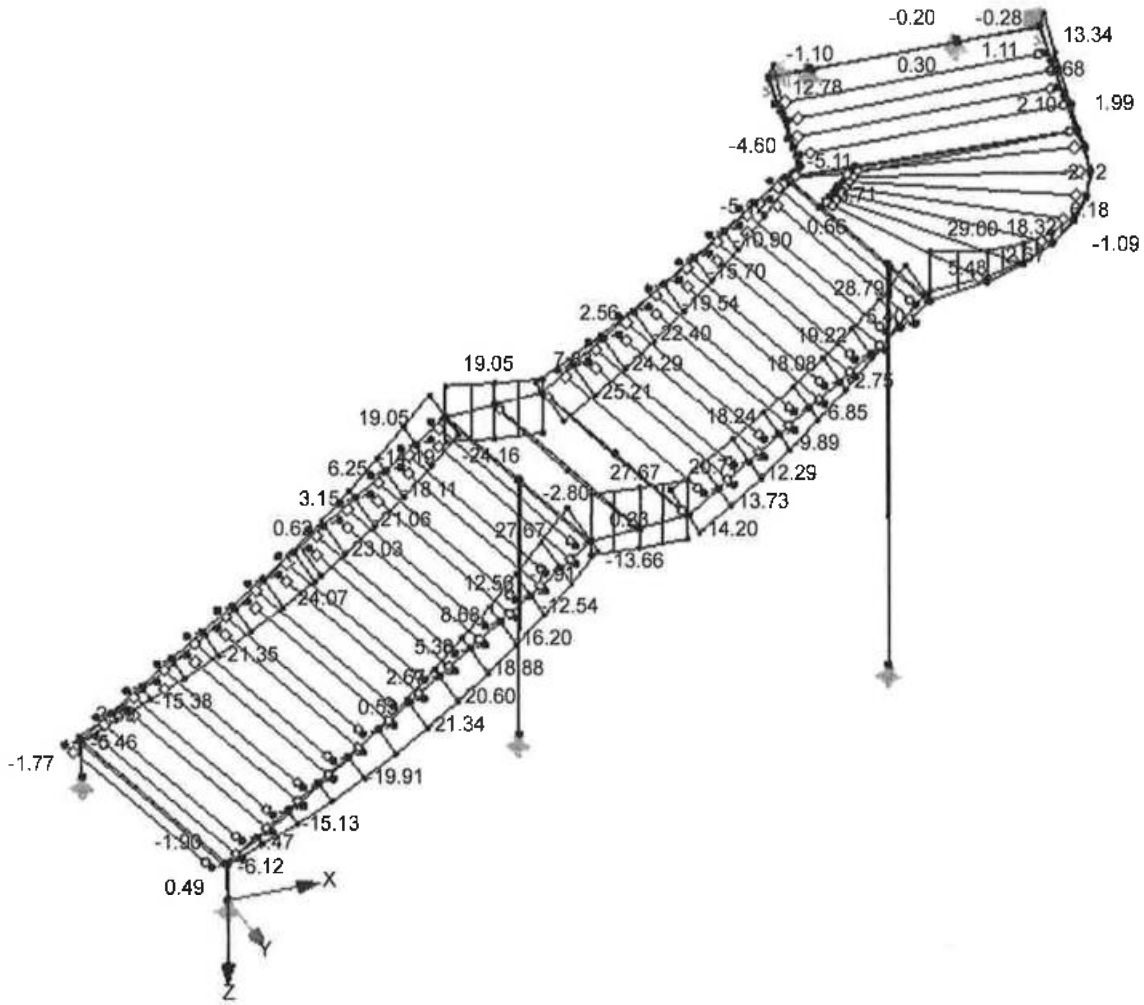


Max M-y: 3.38, Min M-y: -58.87 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



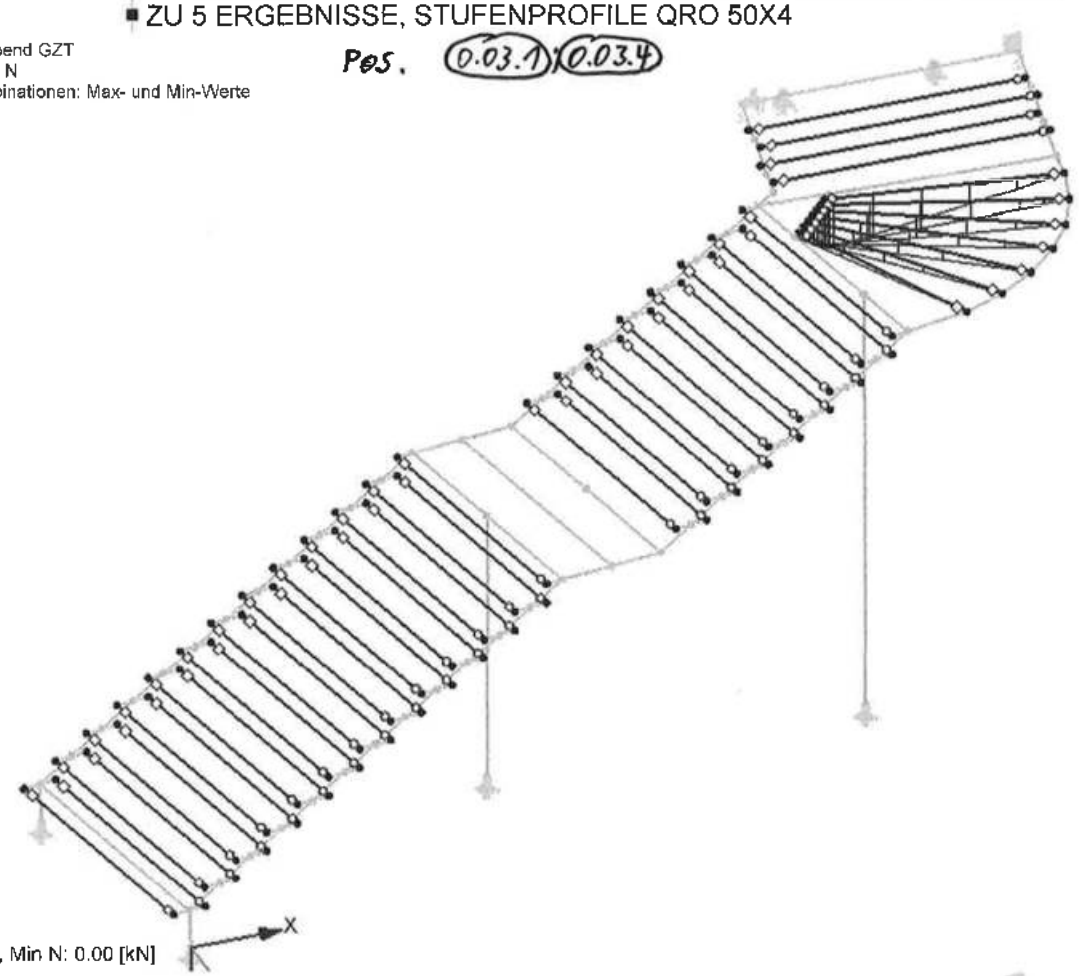
Max M-z: 29.00, Min M-z: -25.21 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE QRO 50X4

Pos. 0.03.1 0.03.4

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

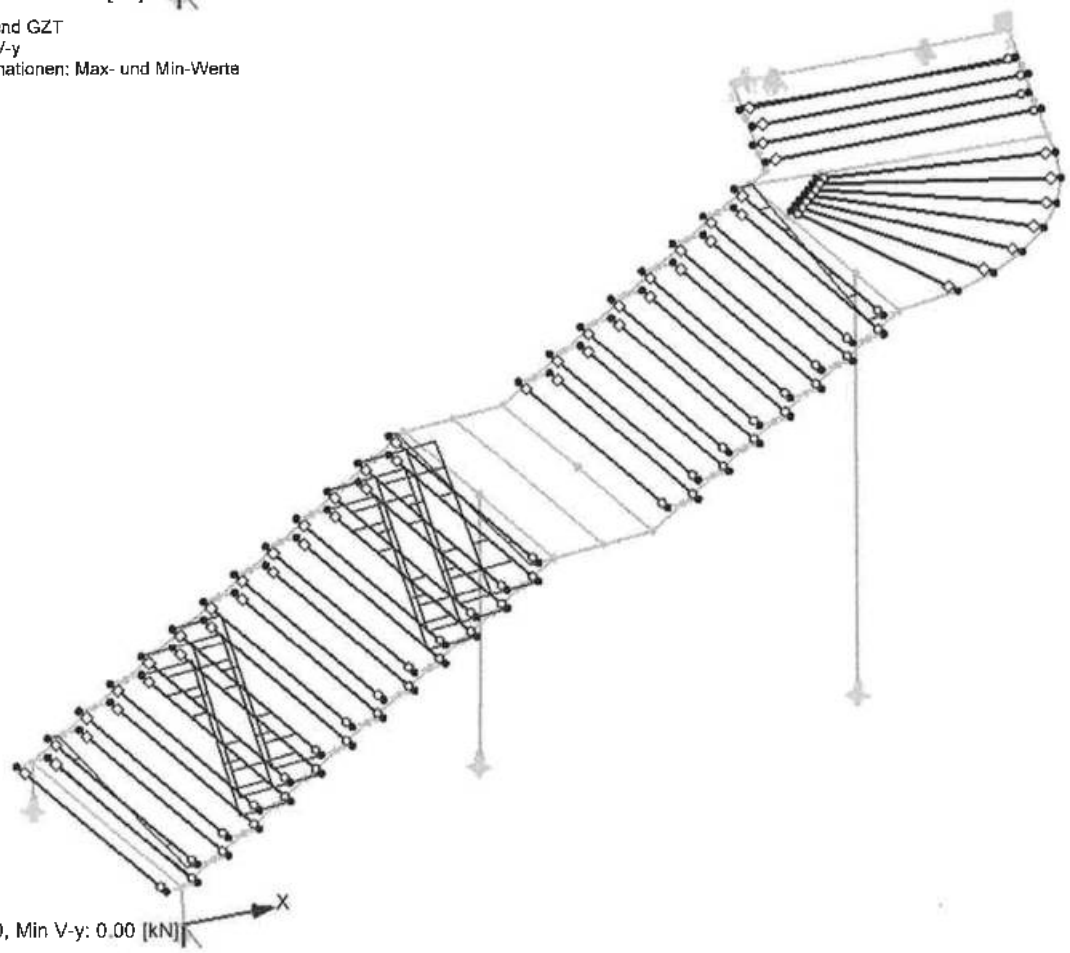
Isometrie



Max N: 0.00, Min N: 0.00 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

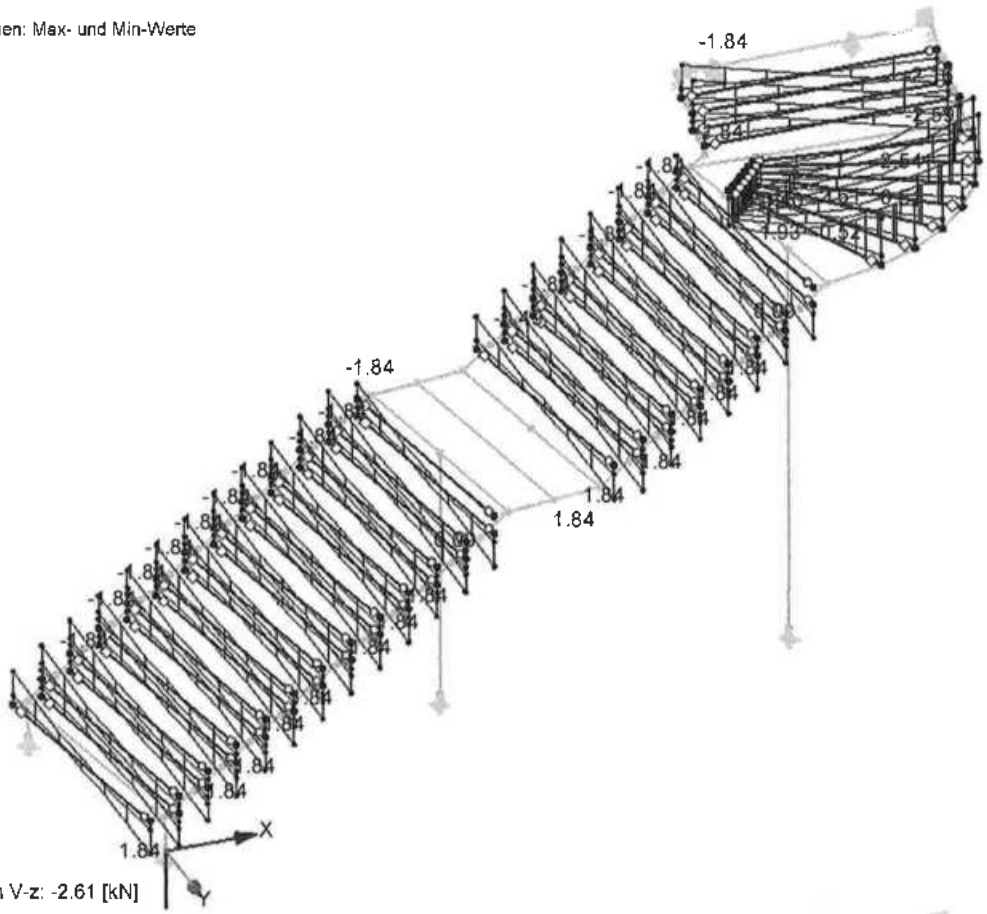


Max V-y: 0.00, Min V-y: 0.00 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE QRO 50X4

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

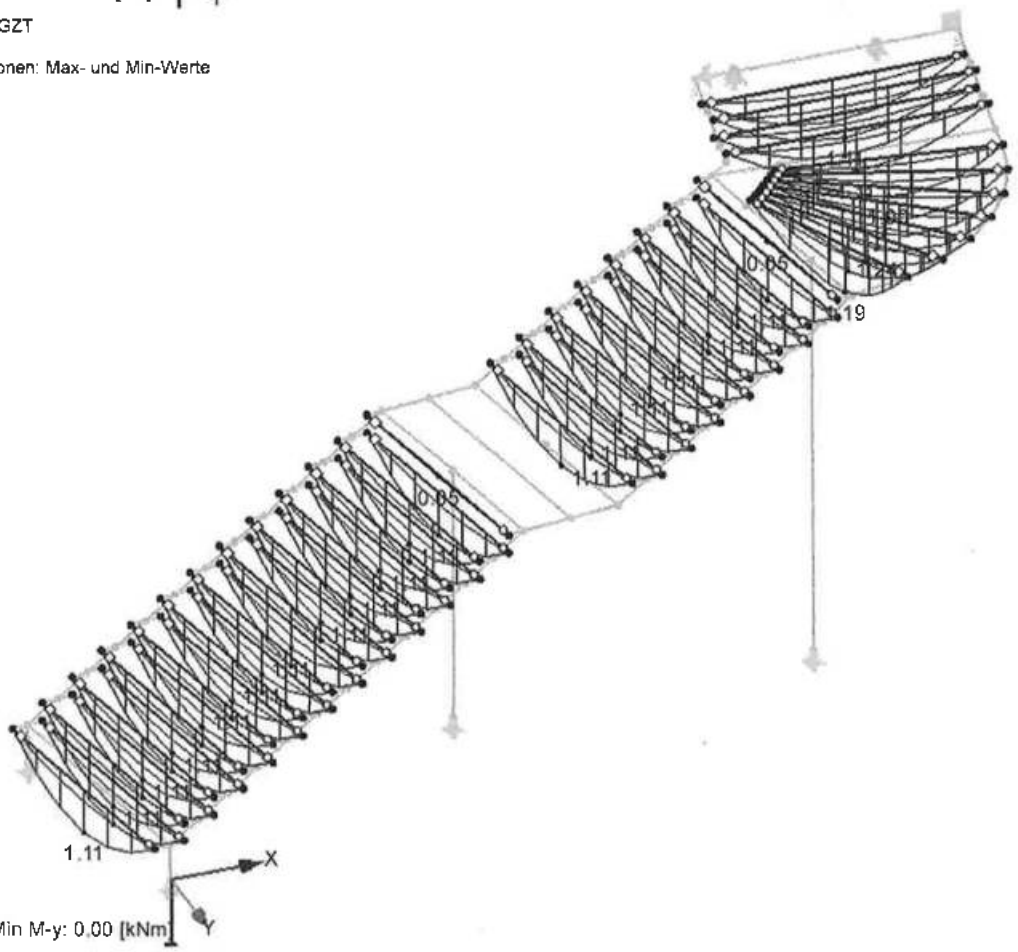
Isometrie



Max V-z: 1.93, Min V-z: -2.61 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

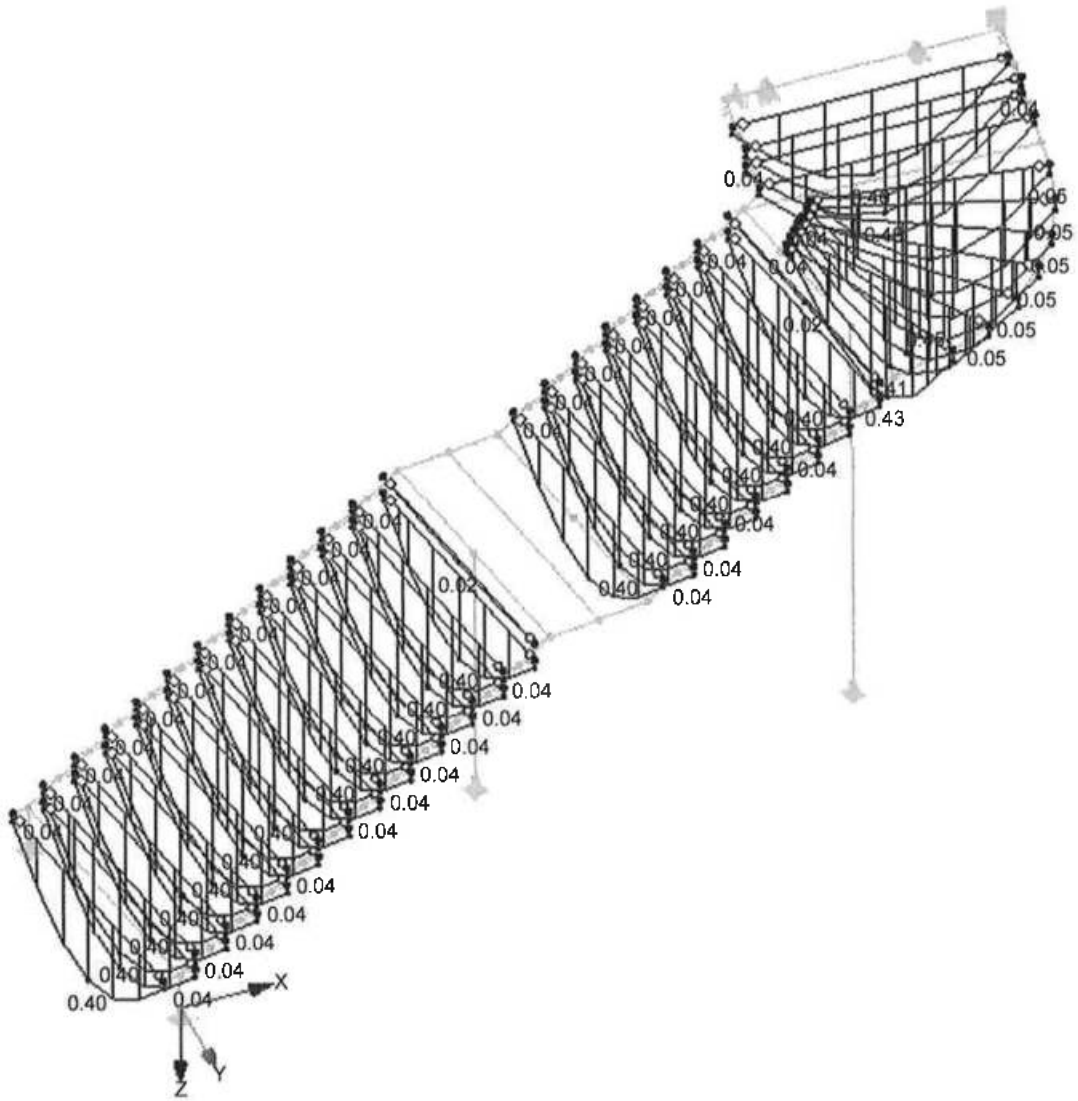


Max M-y: 1.24, Min M-y: 0.00 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE QRO 50X4

STAHL EC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

Isometrie



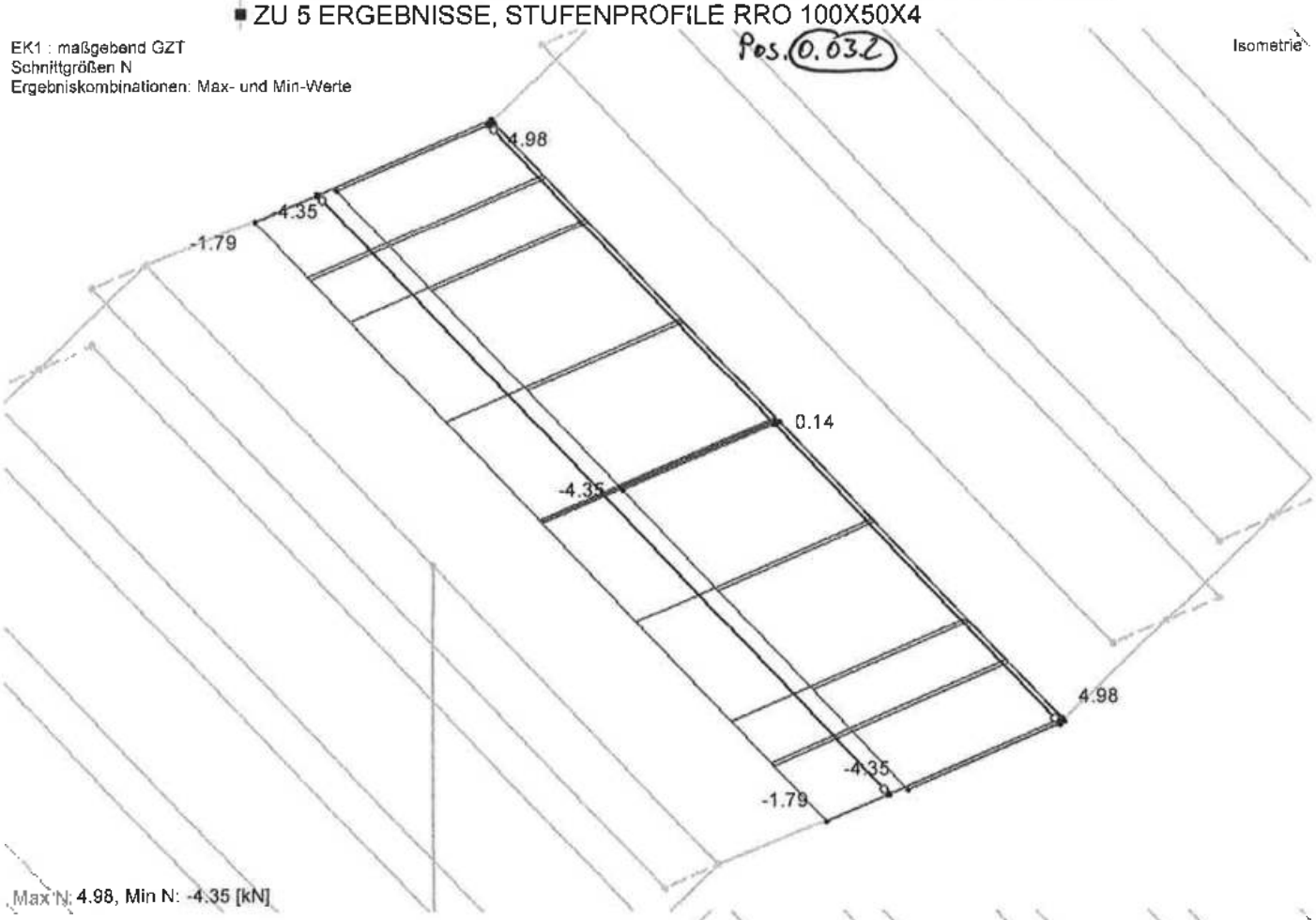
Max Nachweis: 0.45

ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE RRO 100X50X4

Pos. 0.032

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

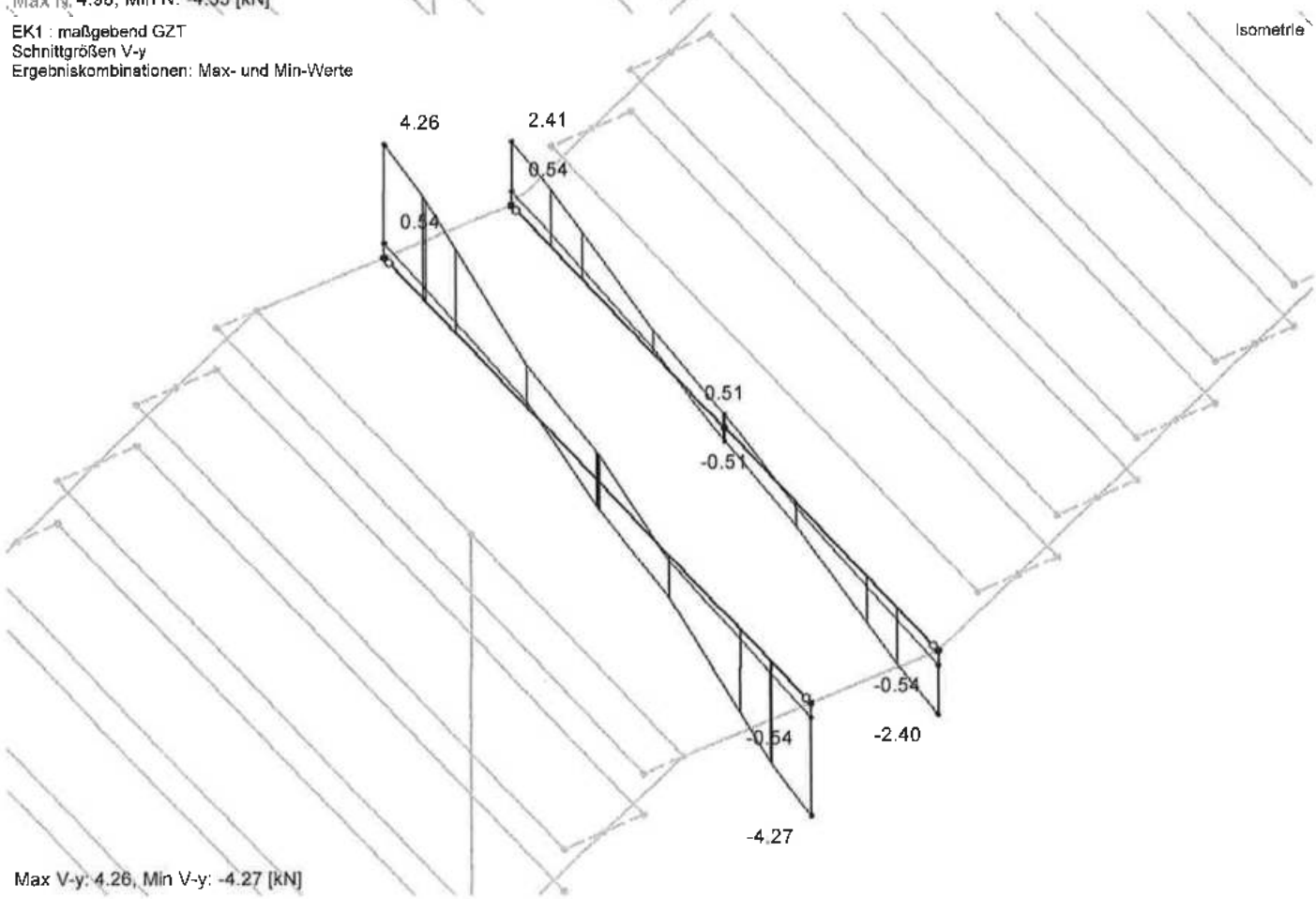
Isometrie



Max N: 4.98, Min N: -4.35 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

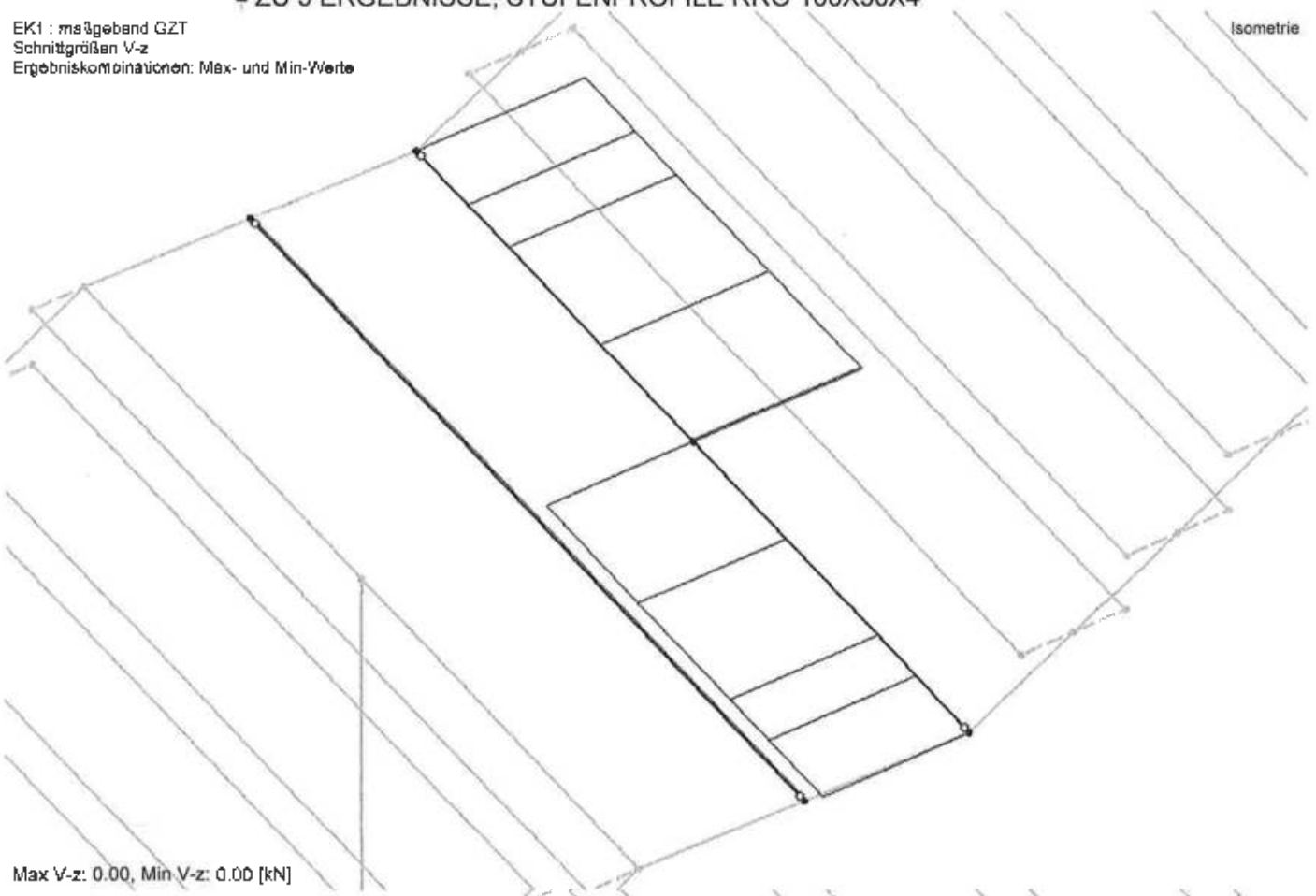


Max V-y: 4.26, Min V-y: -4.27 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE RRO 100X50X4

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

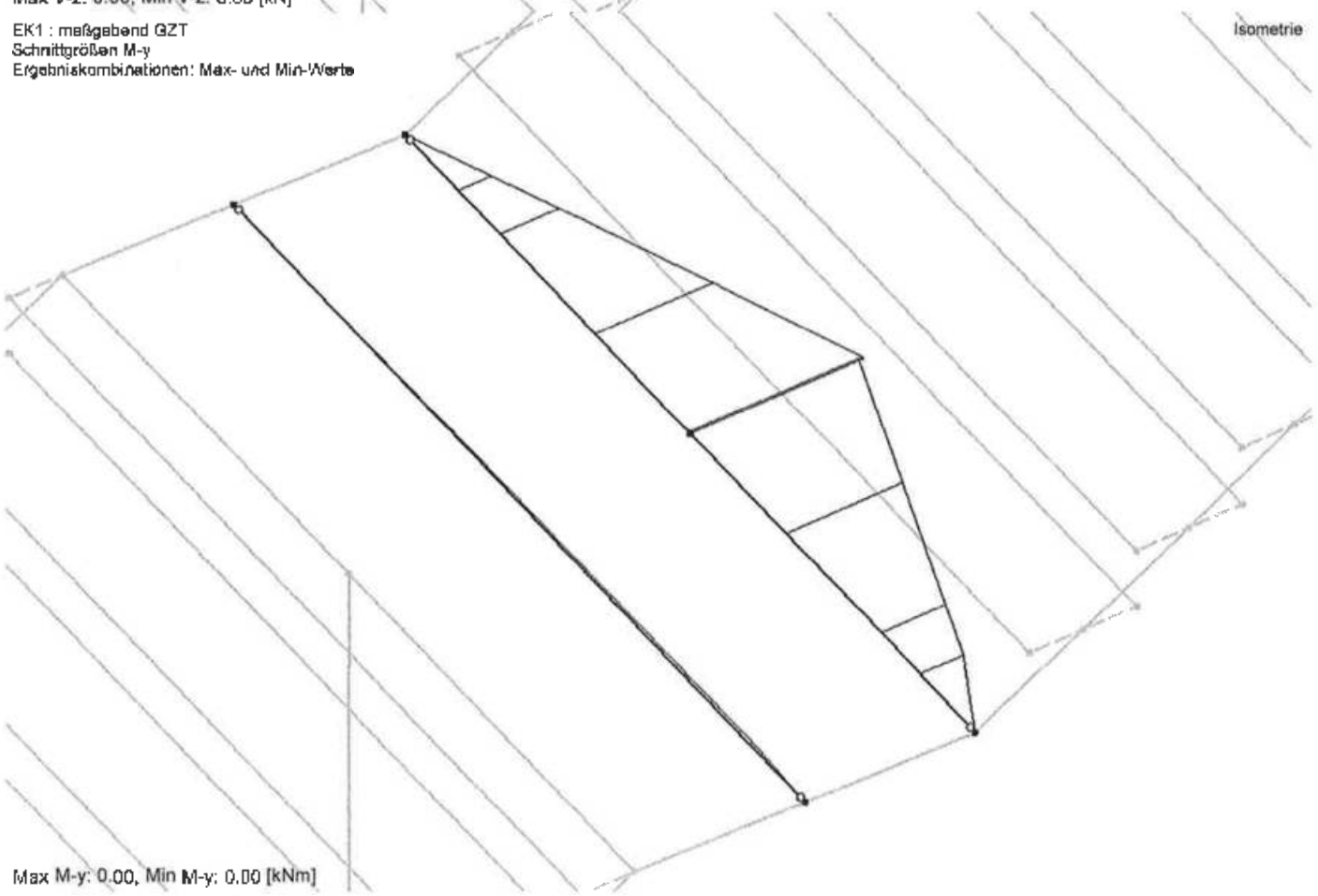
Isometrie



Max V-z: 0.00, Min V-z: 0.00 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

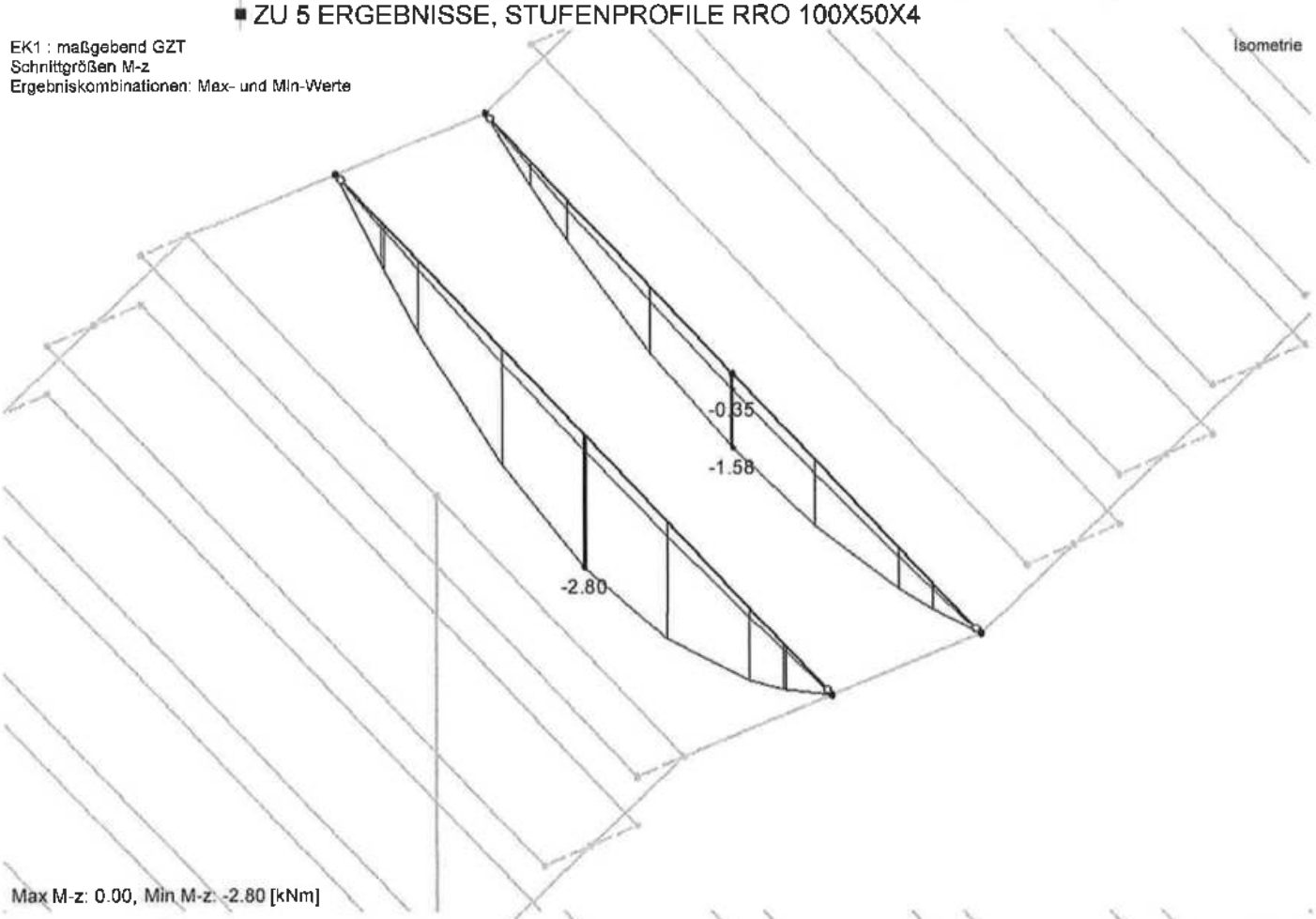


Max M-y: 0.00, Min M-y: 0.00 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE, STUFENPROFILE RRO 100X50X4

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

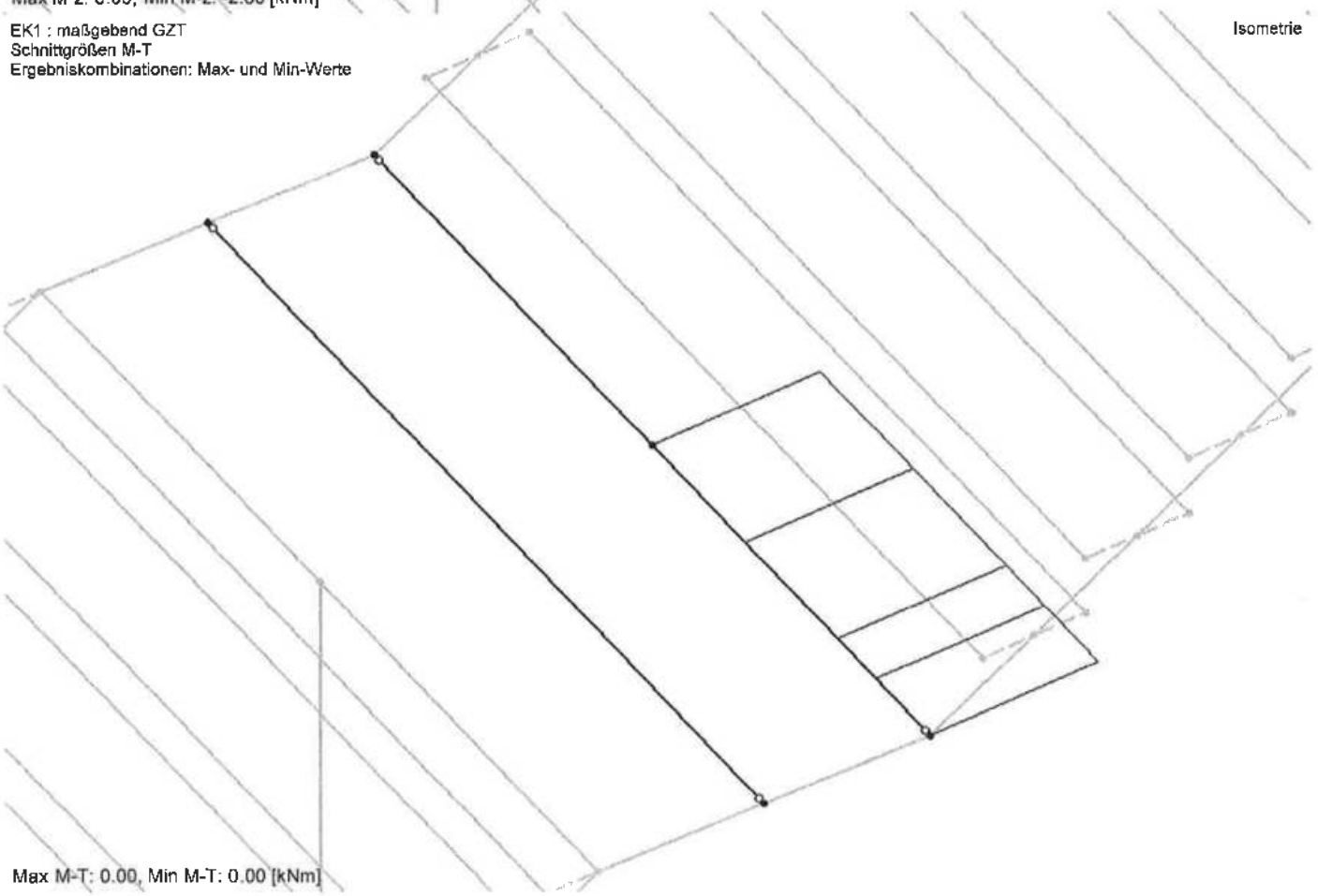
Isometrie



Max M-z: 0.00, Min M-z: -2.80 [kNm]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

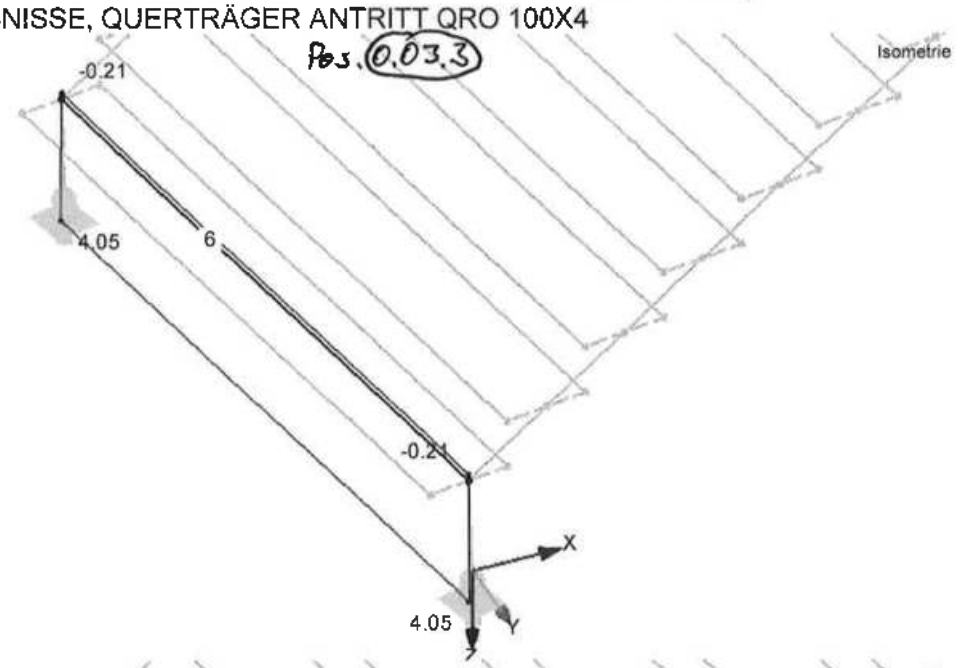


Max M-T: 0.00, Min M-T: 0.00 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE, QUERTRÄGER ANTRITT QRO 100X4

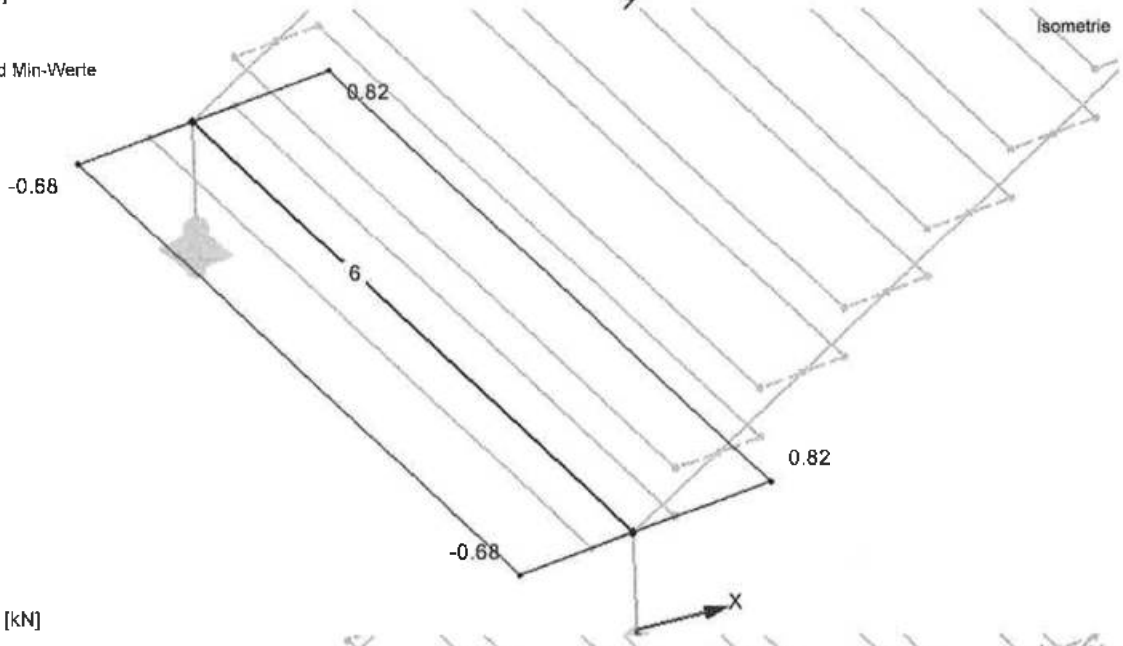
Pos. 0.03.3

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



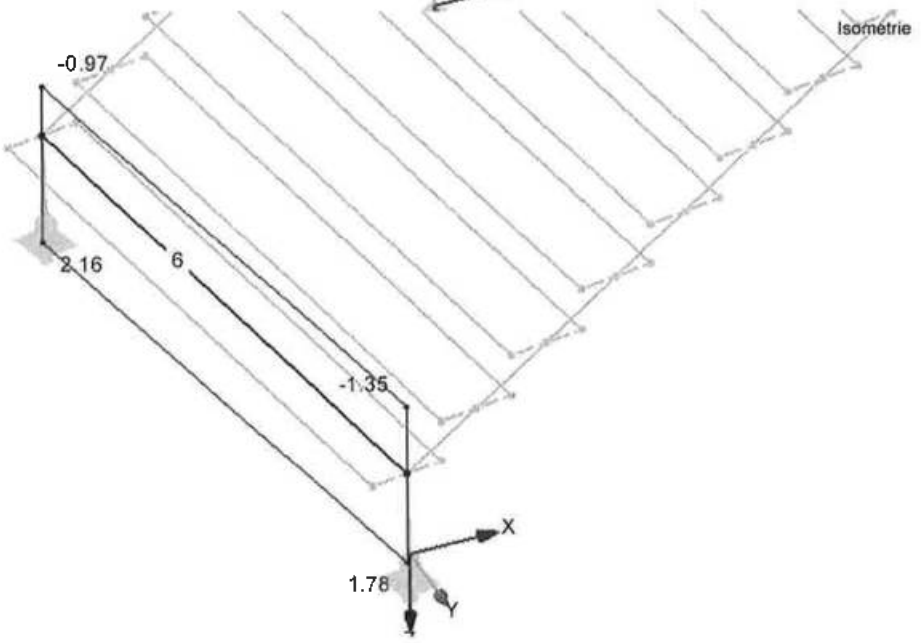
Max N: 4.05, Min N: -0.21 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max V-y: 0.82, Min V-y: -0.68 [kN]

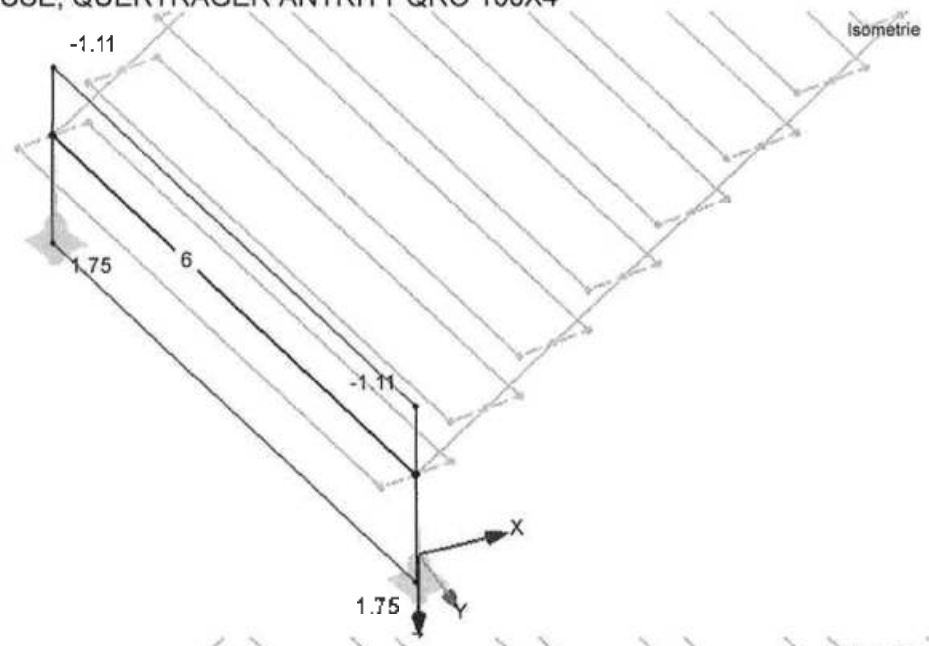
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max V-z: 2.16, Min V-z: -1.35 [kN]

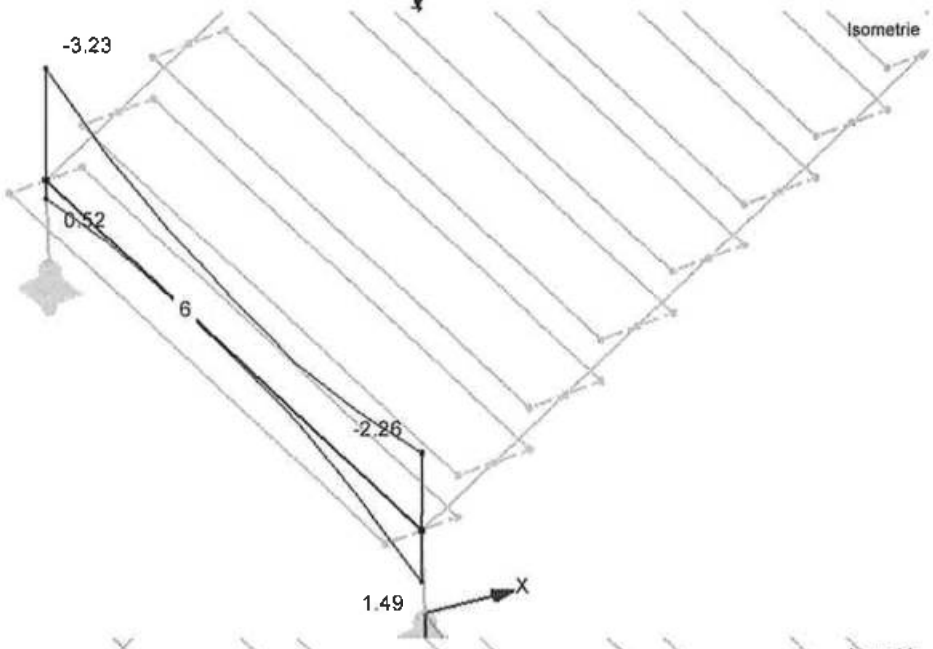
ZU 5 ERGEBNISSE, QUERTRÄGER ANTRITT QRO 100X4

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



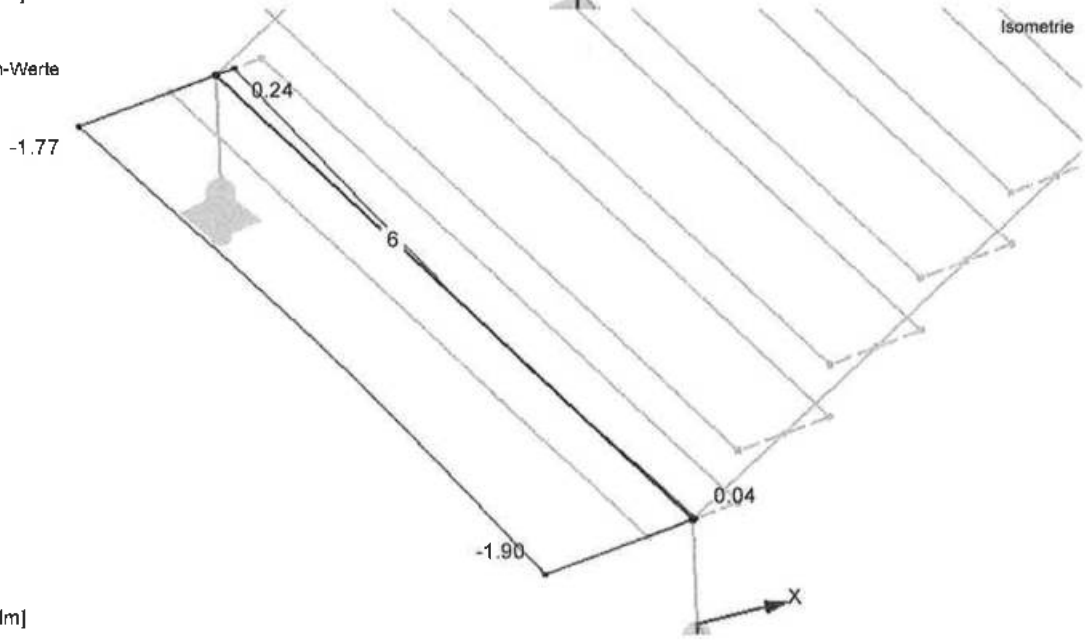
Max M-T: 1.75, Min M-T: -1.11 [kNm]

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

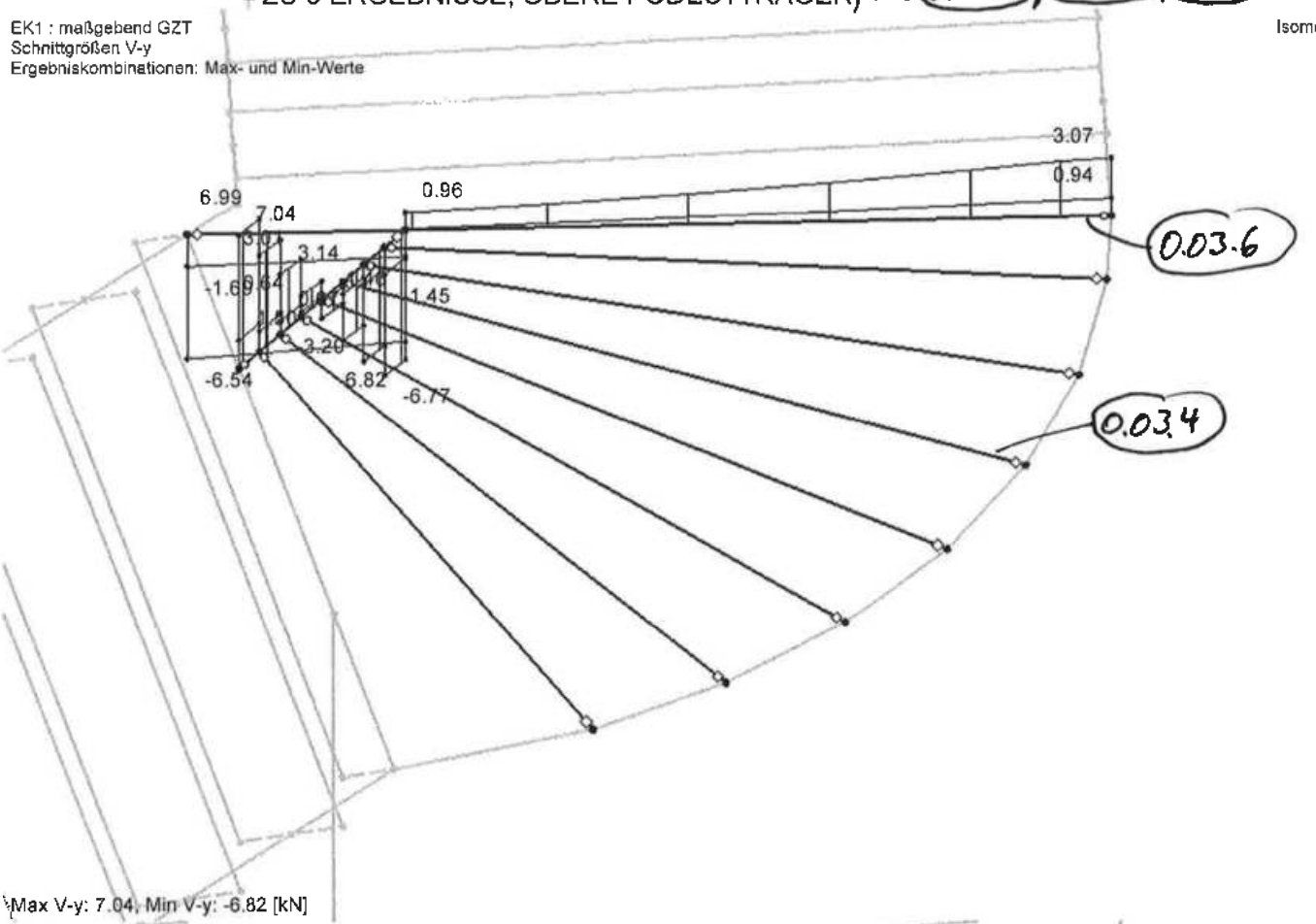


Max M-z: 0.24, Min M-z: -1.90 [kNm]

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

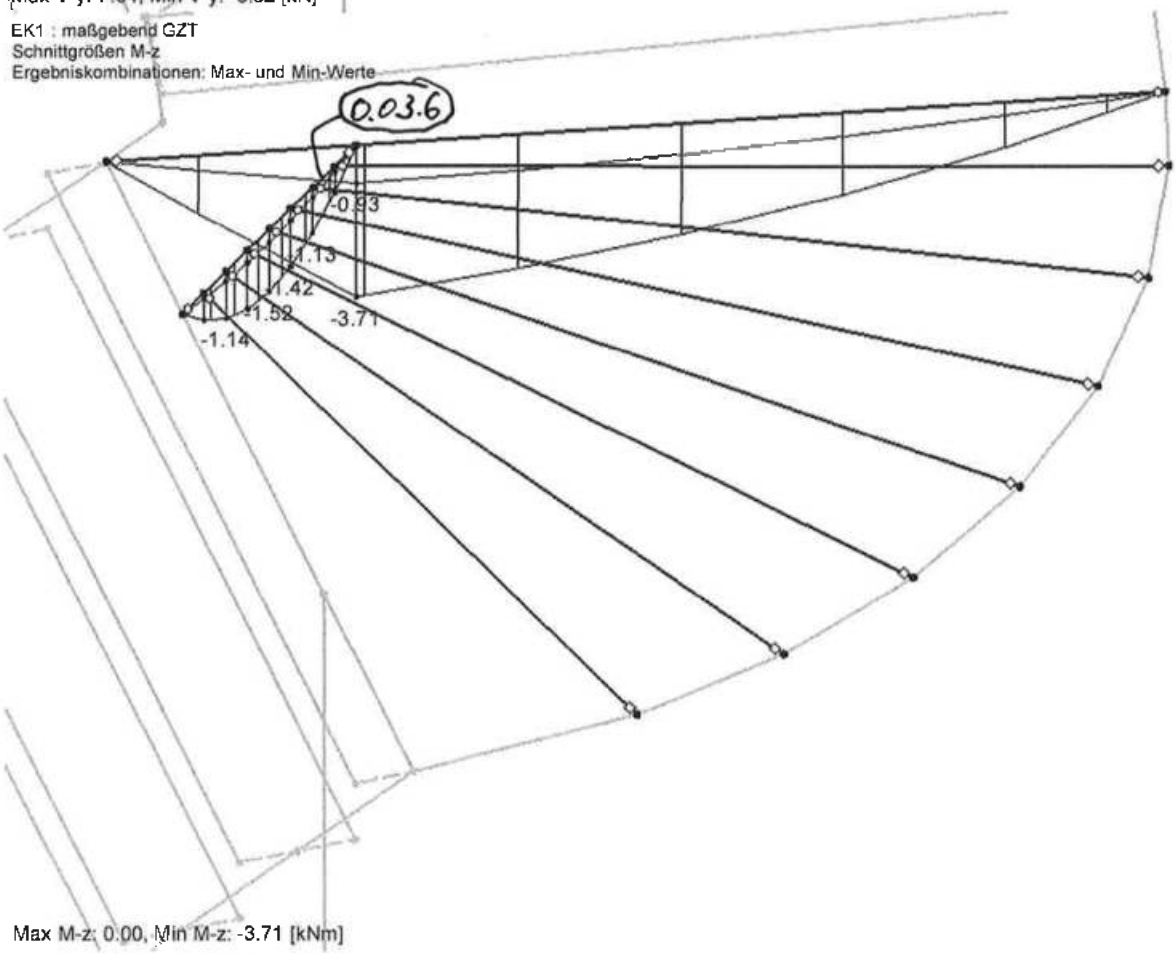
Isometrie



Max V-y: 7.04, Min V-y: -6.82 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

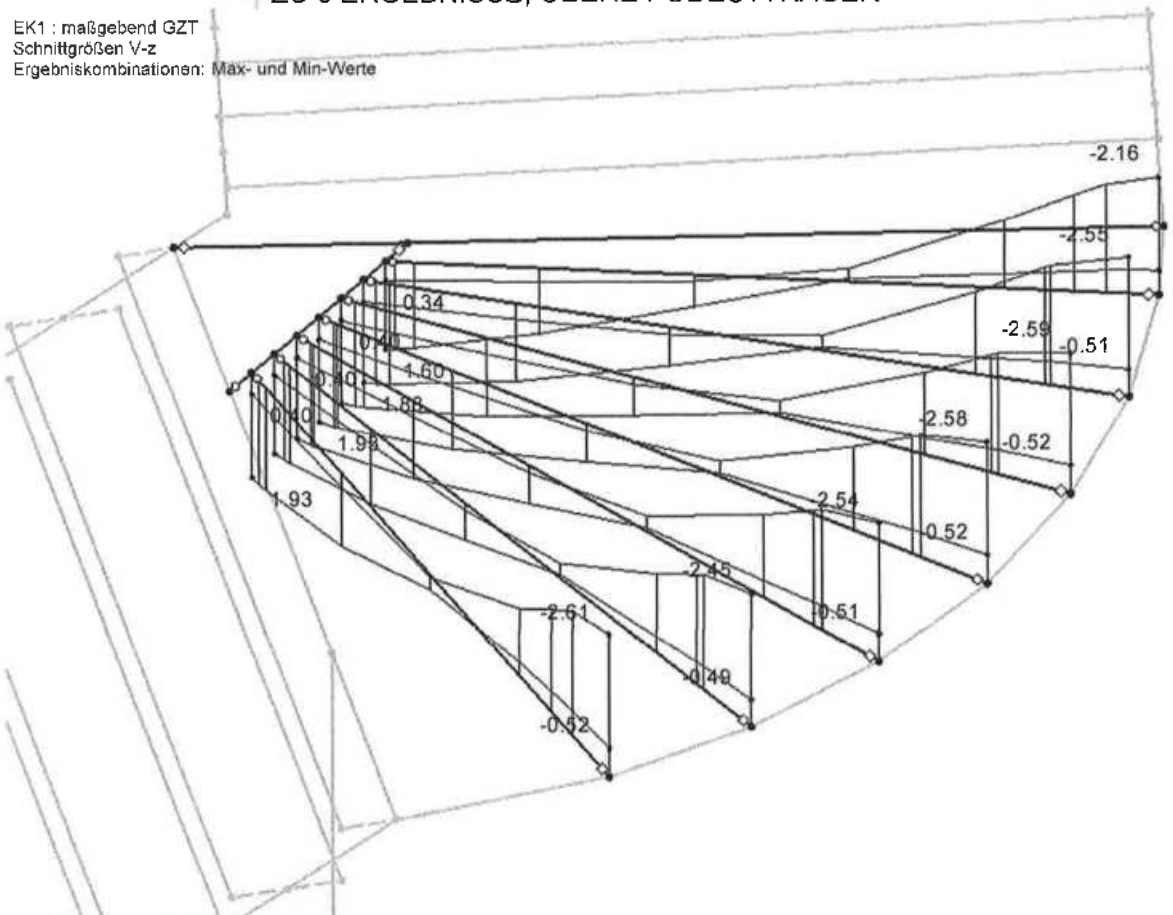


Max M-z: 0.00, Min M-z: -3.71 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE, OBERE PODESTTRÄGER

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

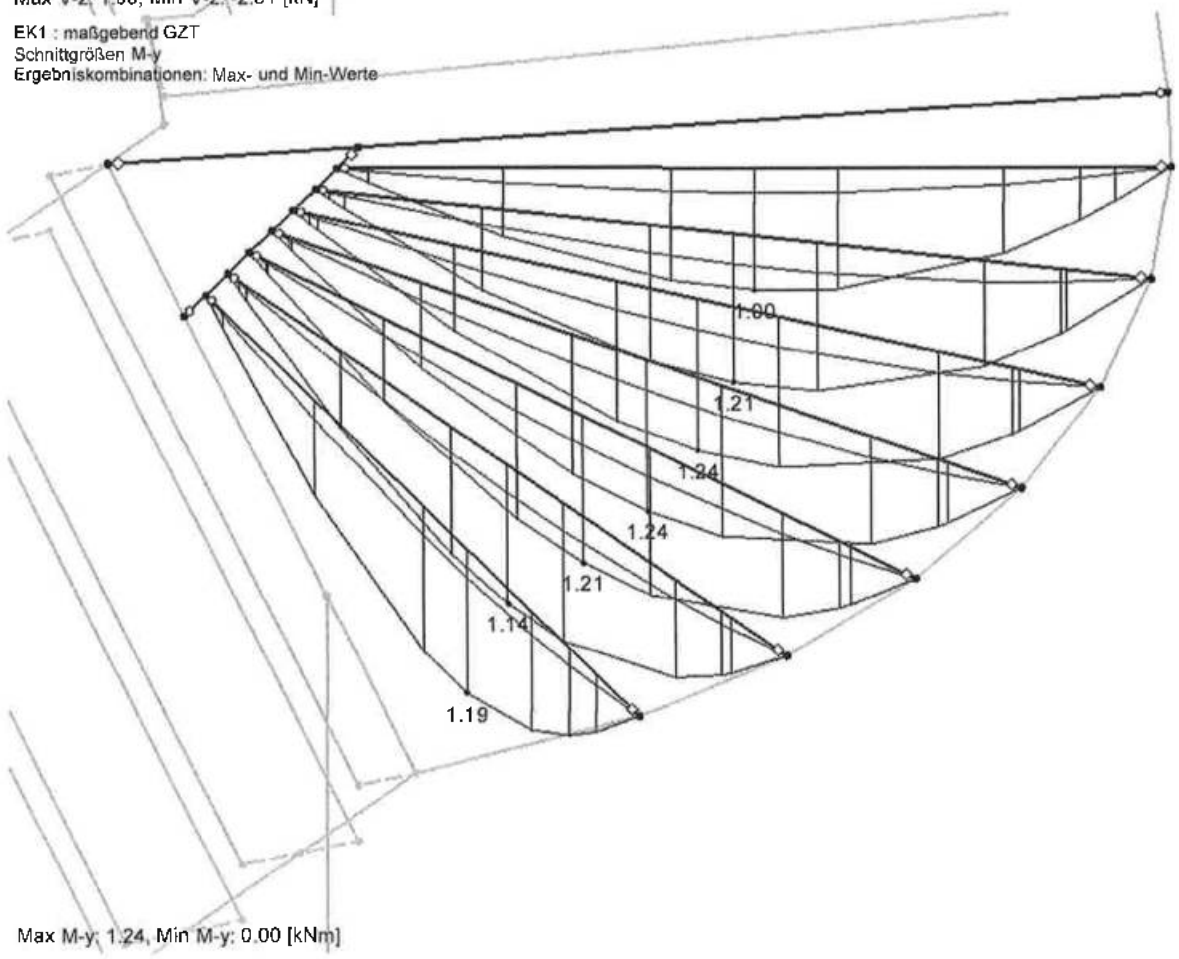
Isometrie



Max V-z: 1.93, Min V-z: -2.61 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

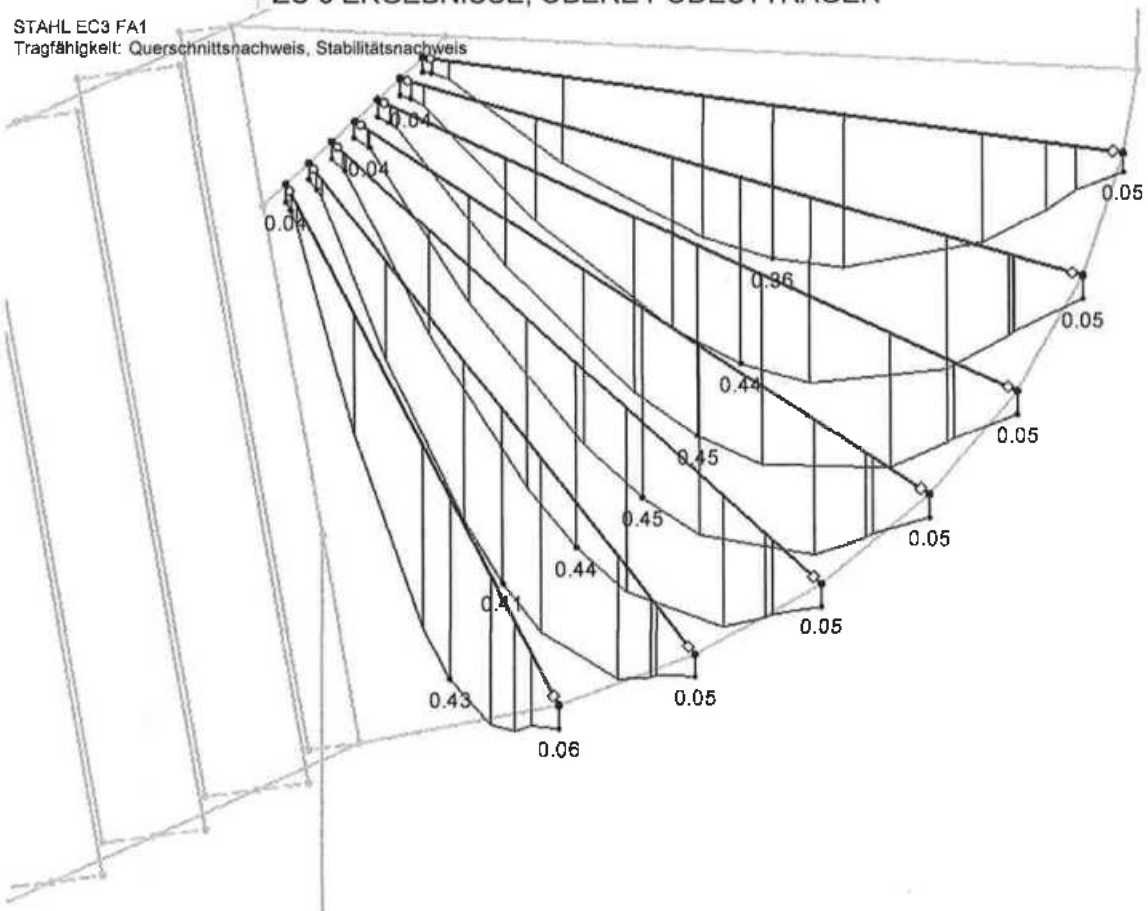


Max M-y: 1.24, Min M-y: 0.00 [kNm]

■ ZU 5 ERGEBNISSE, OBERE PODESTTRÄGER

STAHL EC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

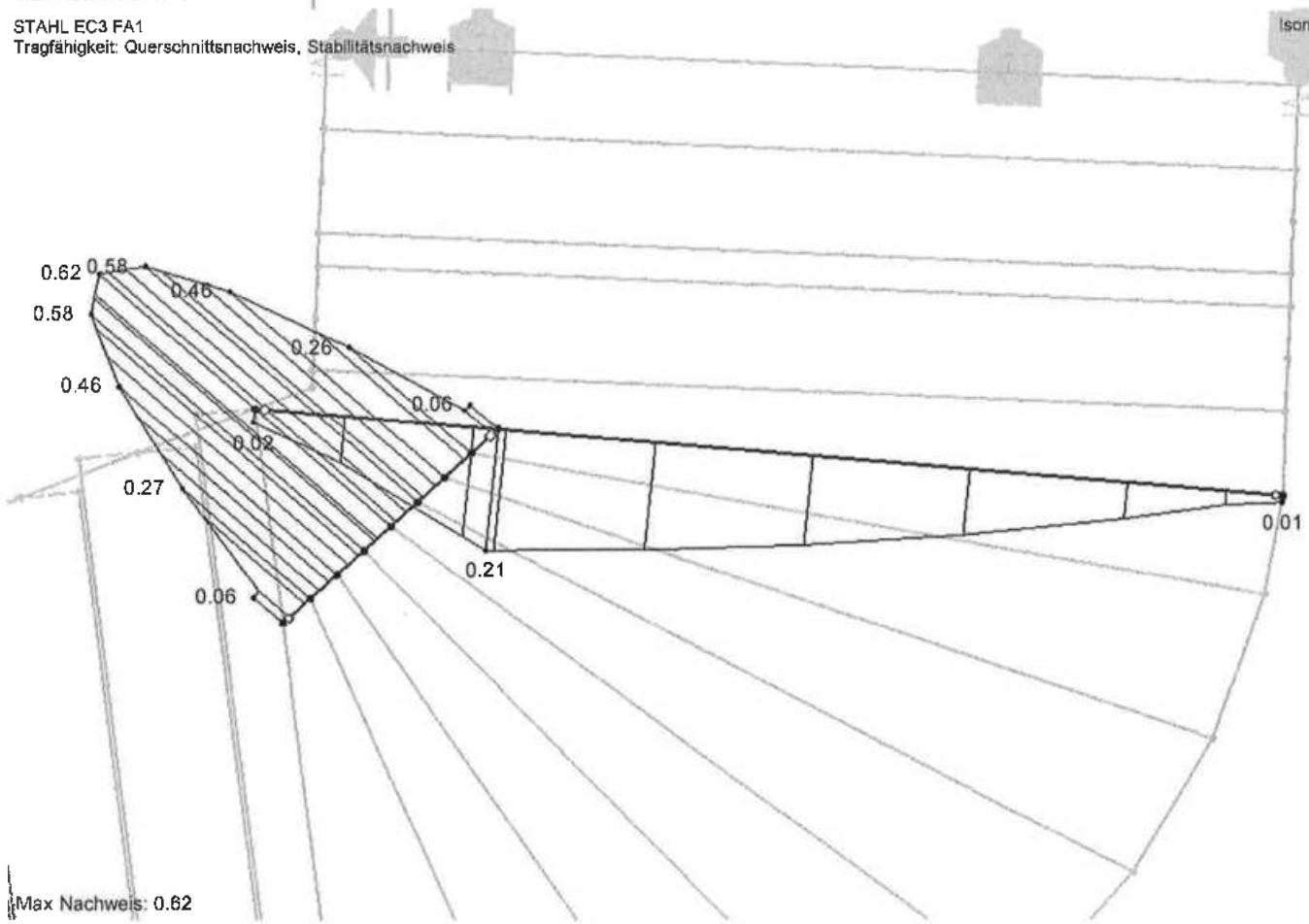
Isometrie



Max Nachweis: 0.45

STAHL EC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

Isometrie

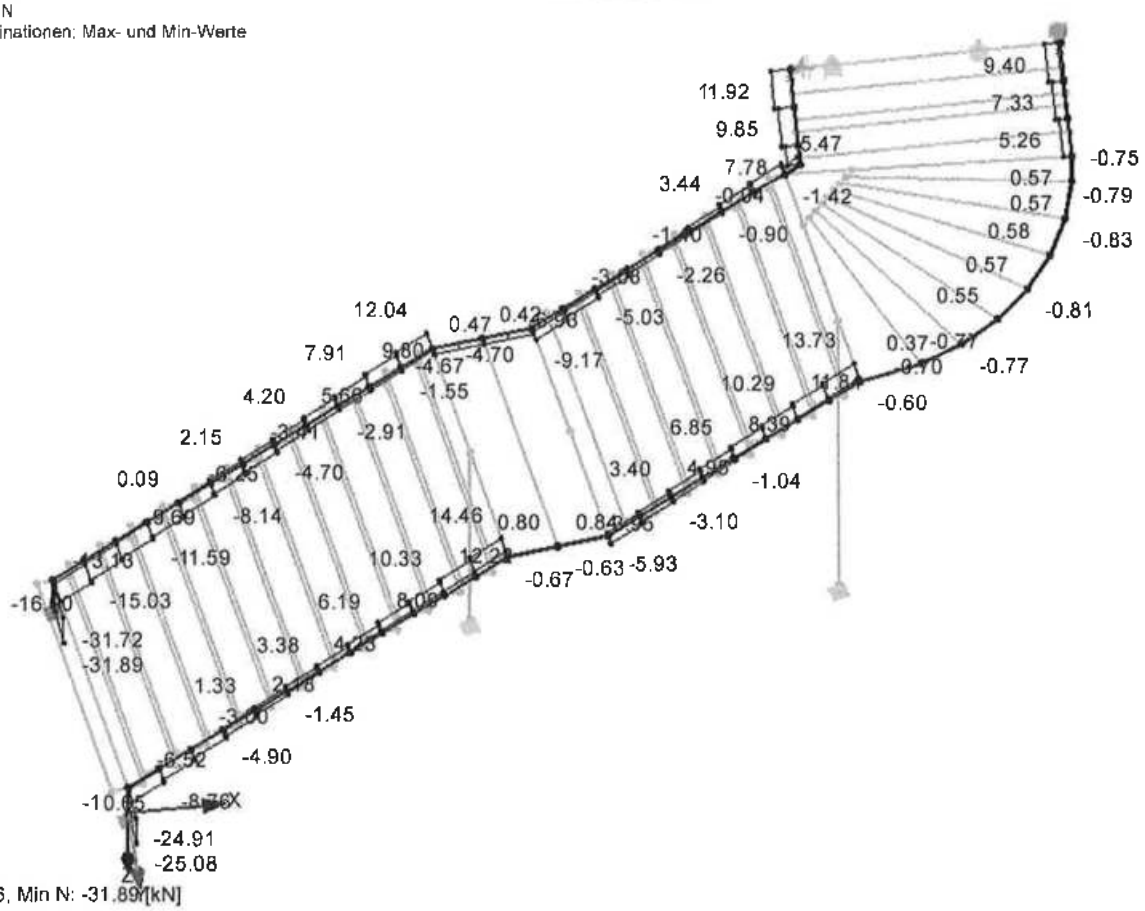


Max Nachweis: 0.62

ZU 5 ERGEBNISSE, WANGEN Pos.0.03.7

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

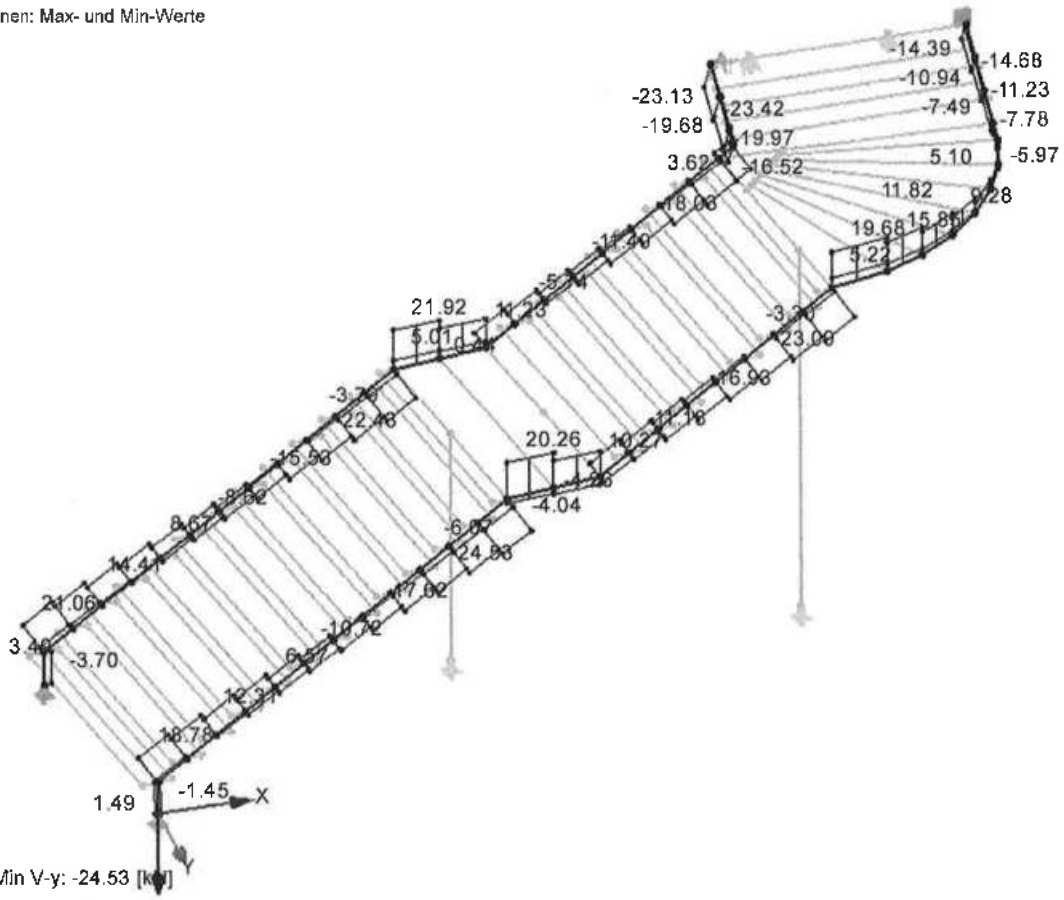
Isometrie



Max N: 14.46, Min N: -31.89 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

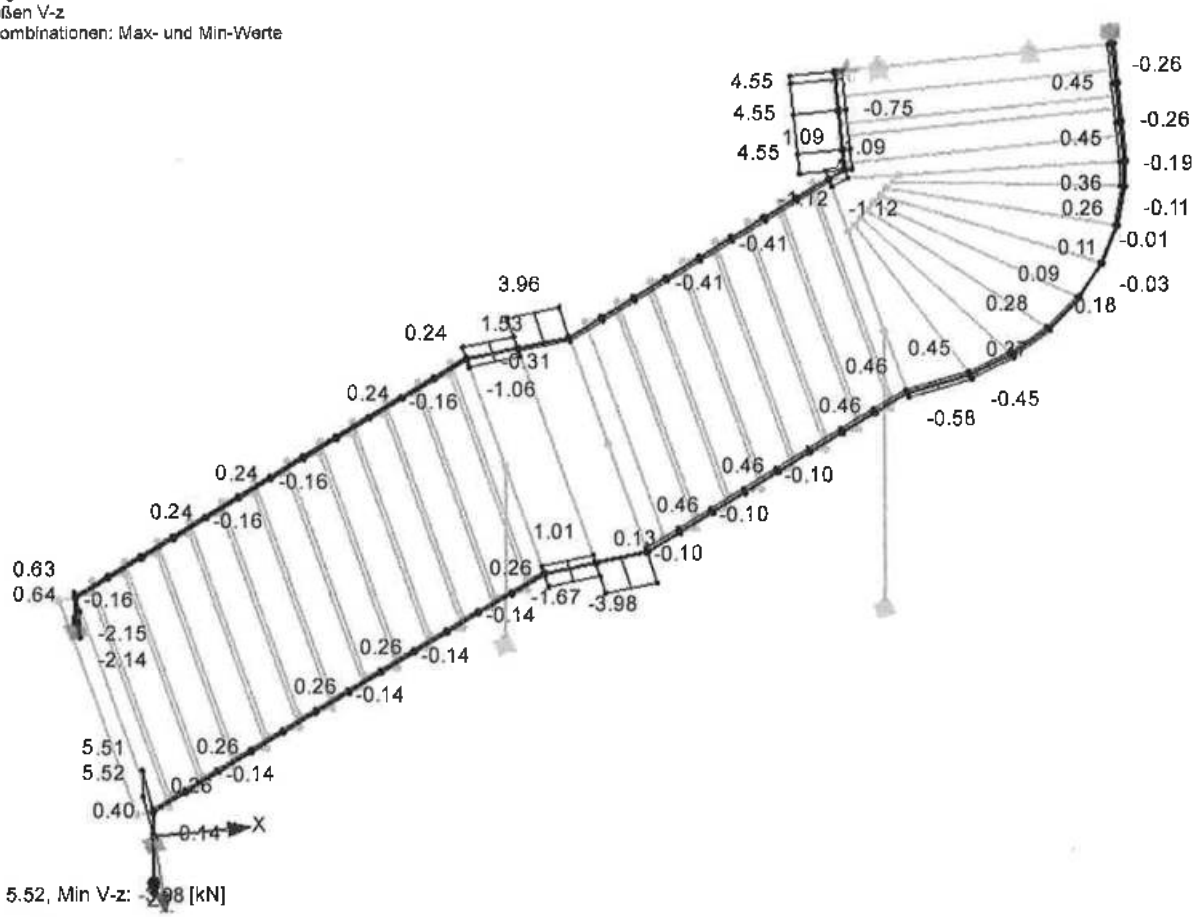


Max V-y: 21.92, Min V-y: -24.53 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE, WANGEN

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

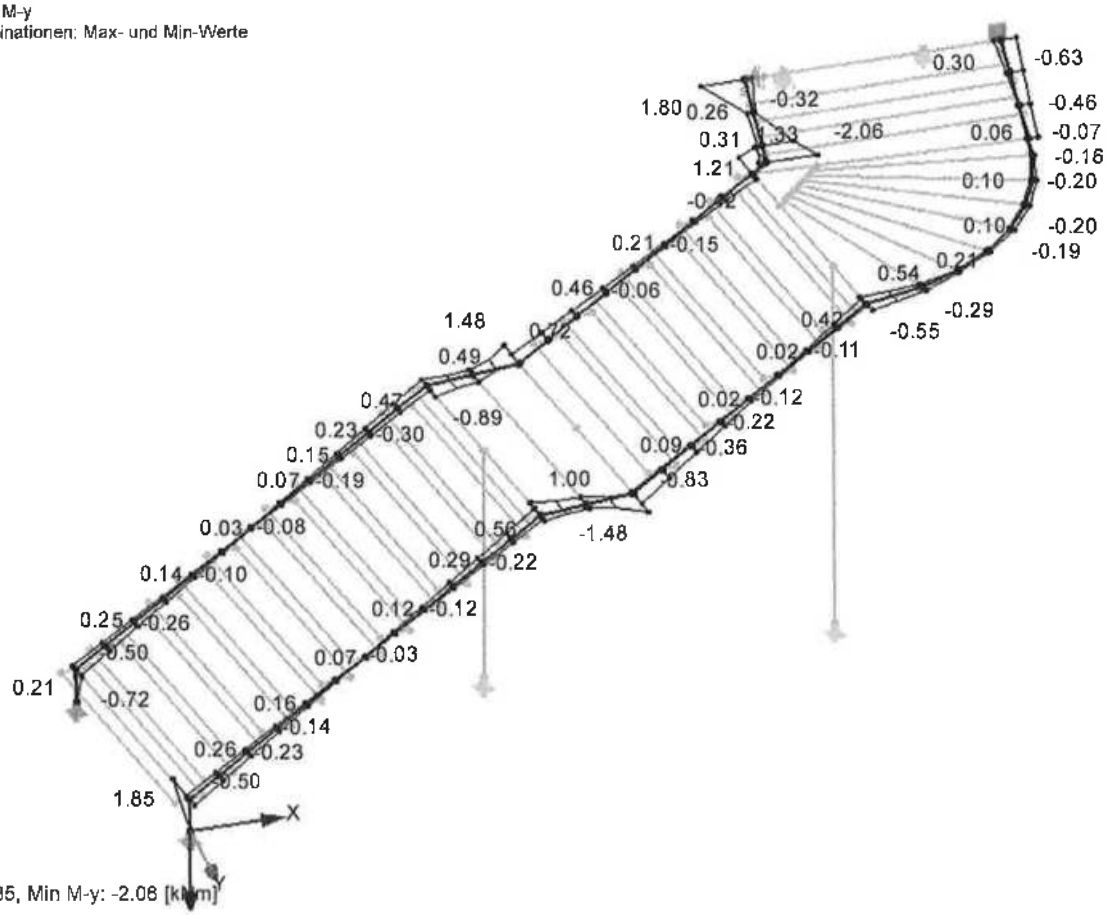
Isometrie



Max V-z: 5.52, Min V-z: -3.98 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

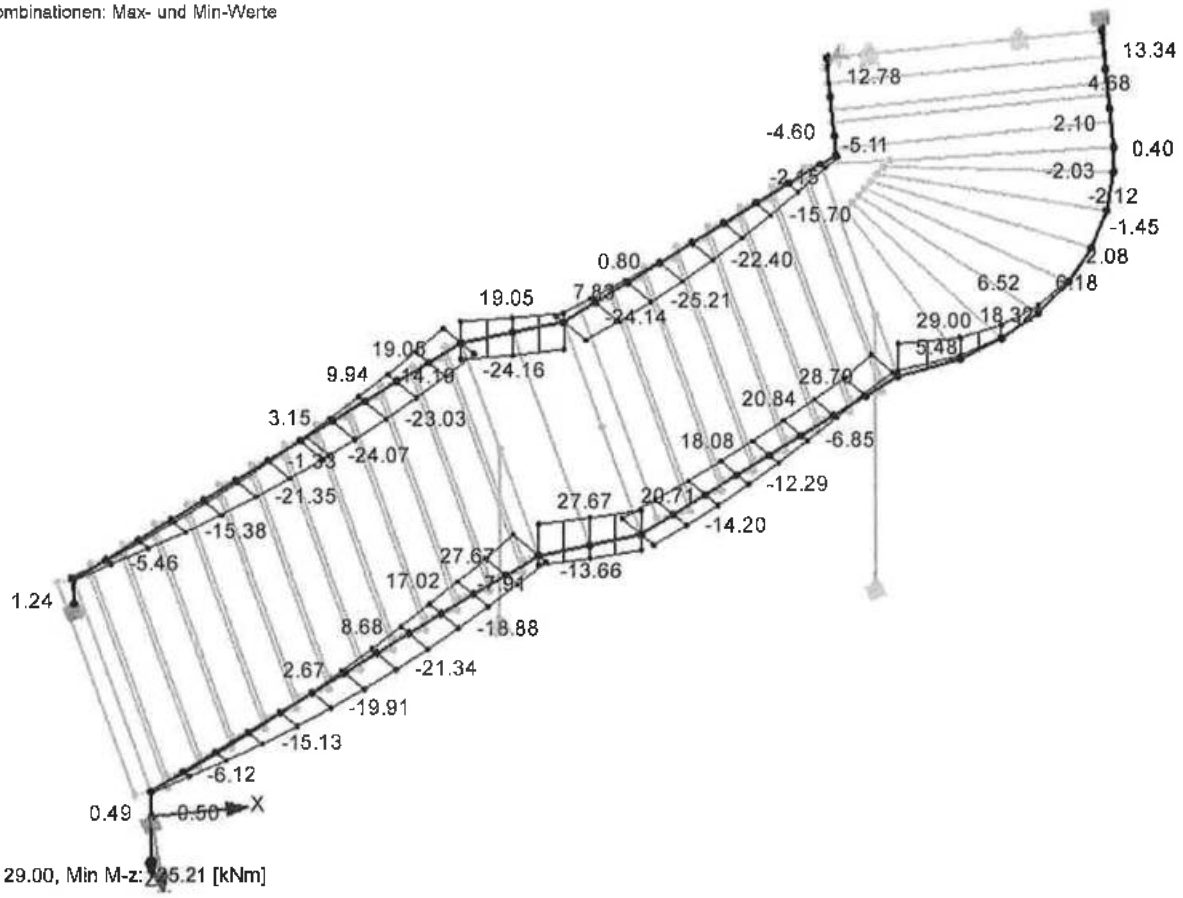


Max M-y: 1.85, Min M-y: -2.06 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE, WANGEN

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

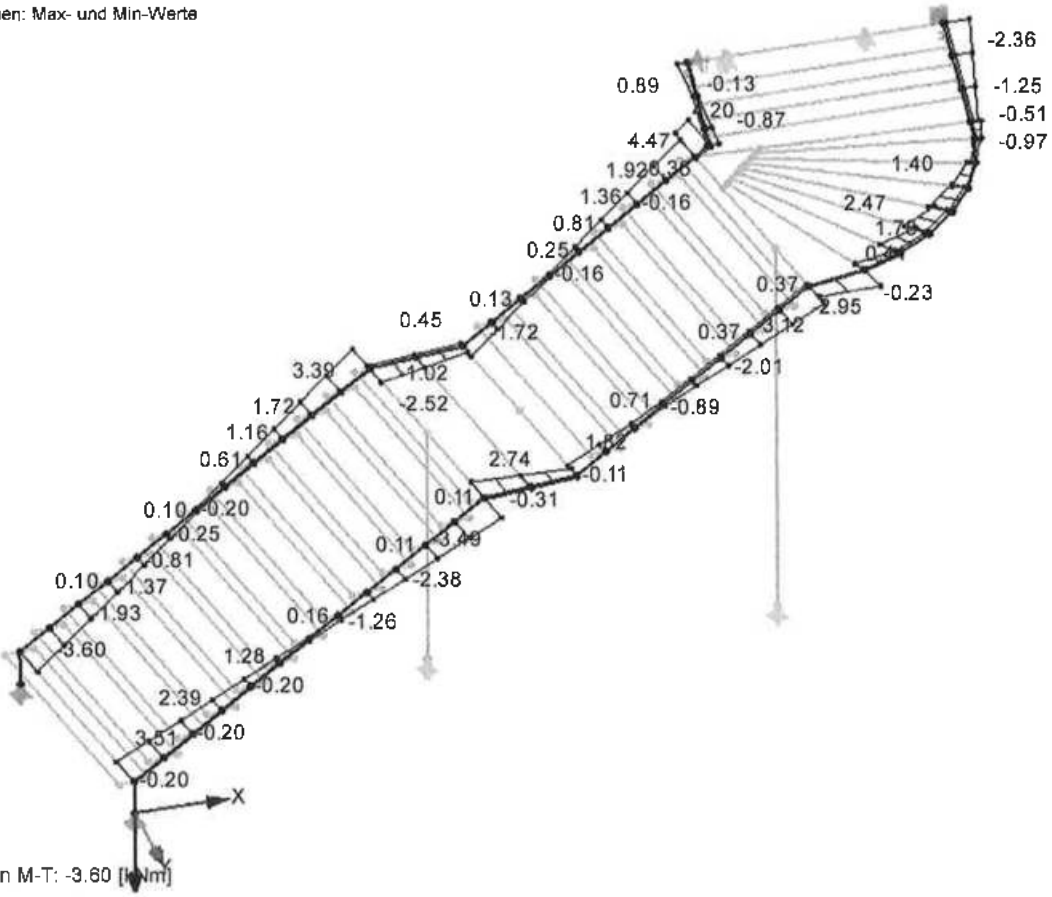
Isometrie



Max M-z: 29.00, Min M-z: -25.21 [kNm]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

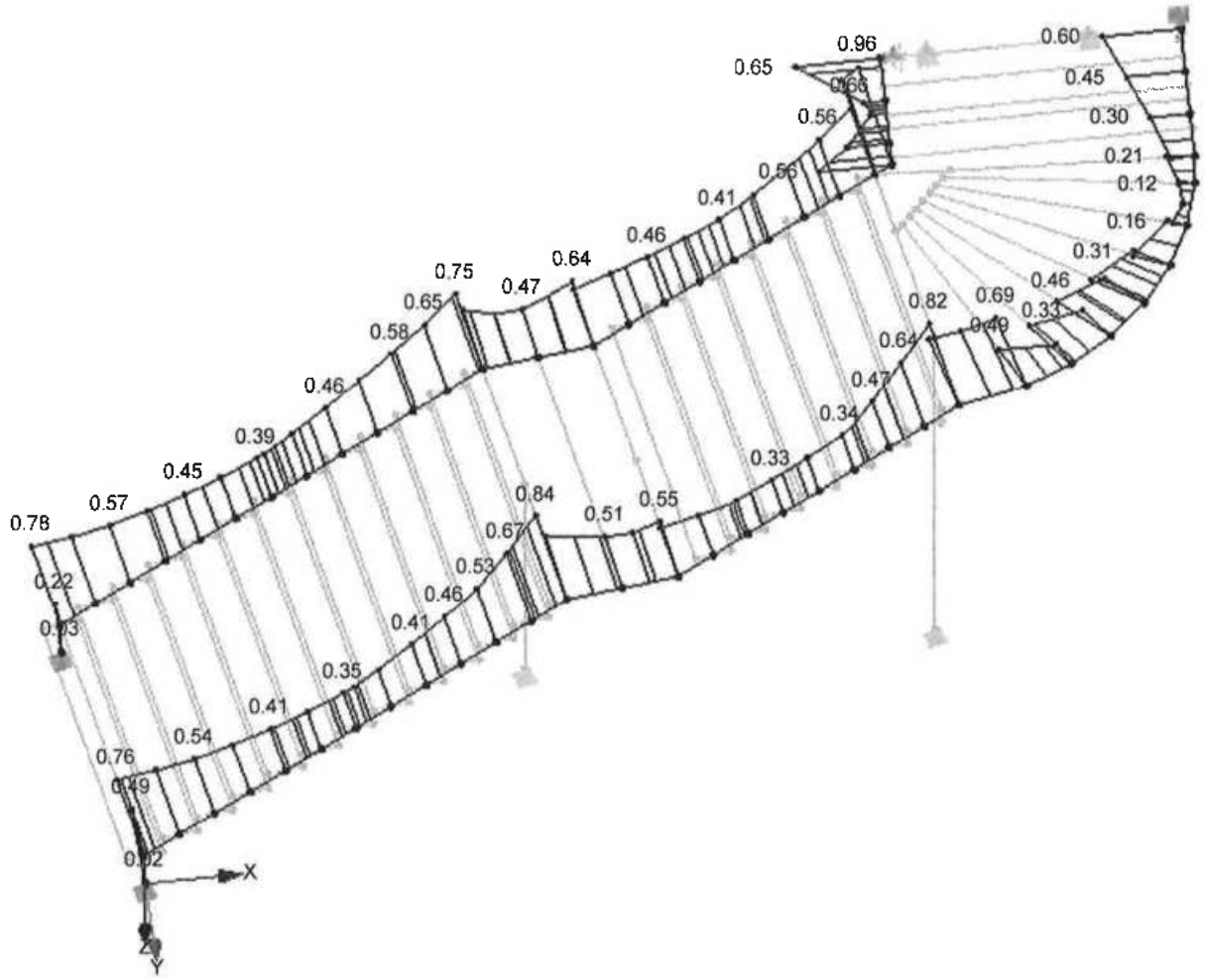


Max M-T: 4.47, Min M-T: -3.60 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE, WANGEN

STAHL EC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

Isometrie

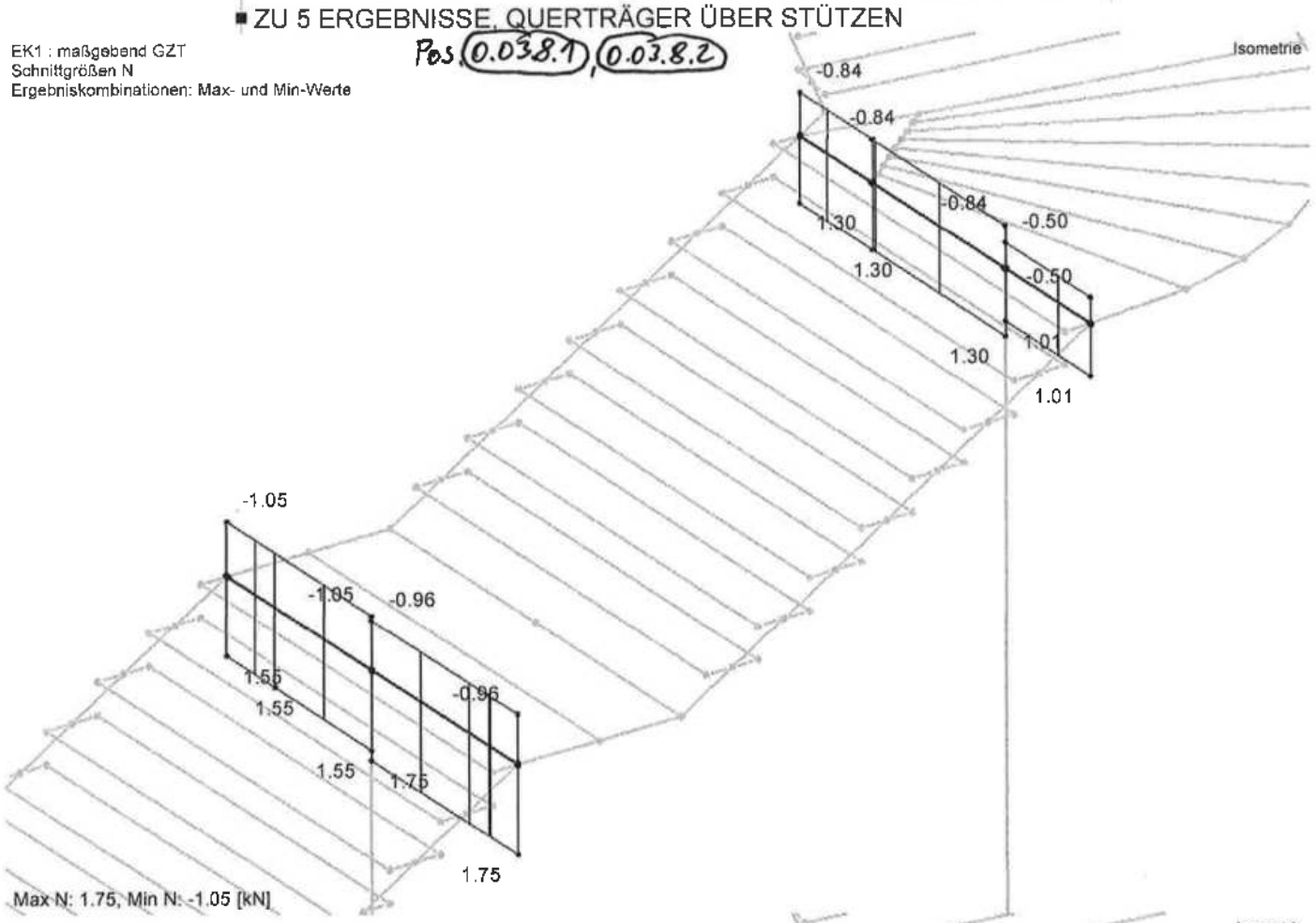


Max Nachweis: 0.96

ZU 5 ERGEBNISSE, QUERTRÄGER ÜBER STÜTZEN

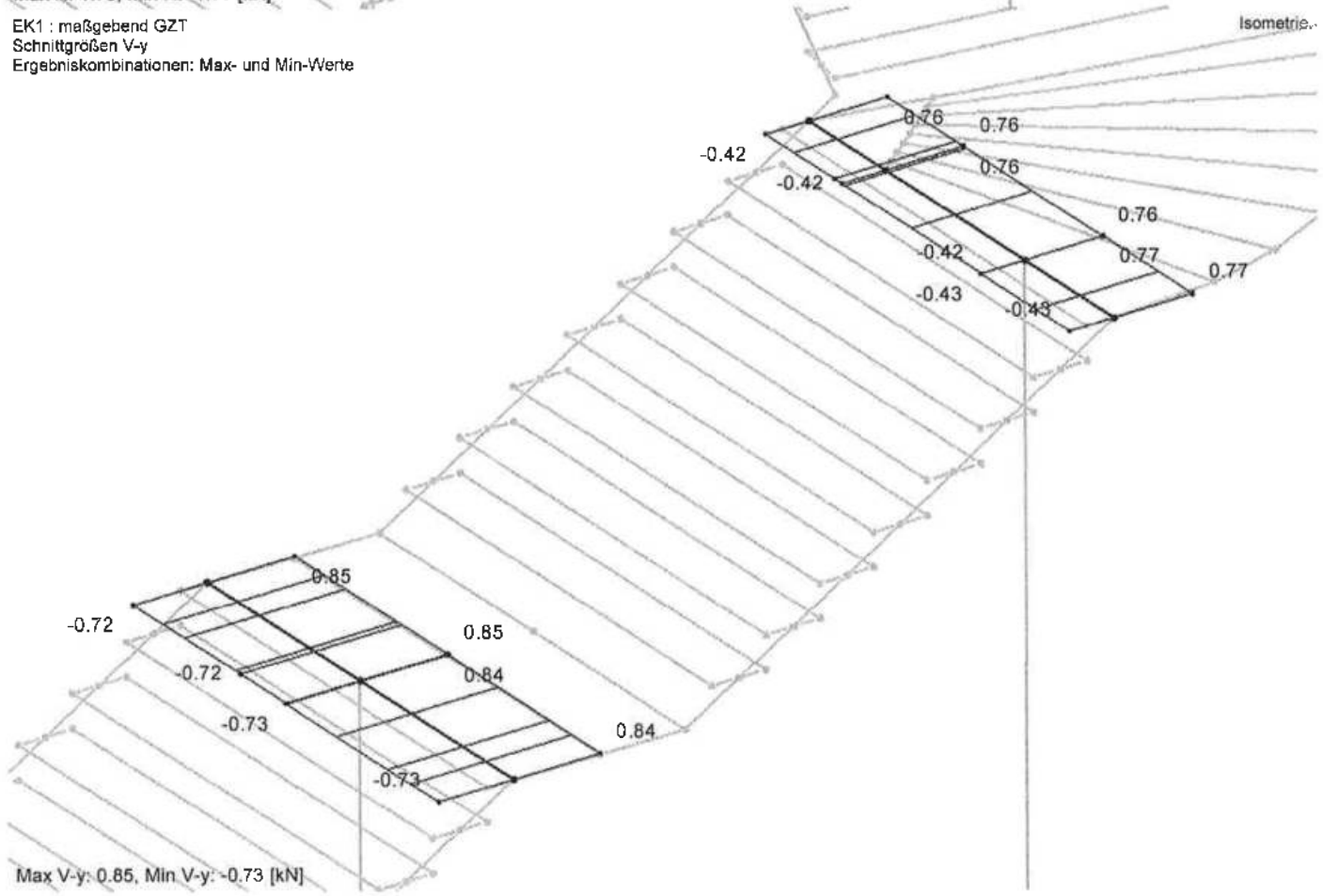
Pos 0.03.8.1, 0.03.8.2

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max N: 1.75, Min N: -1.05 [kN]

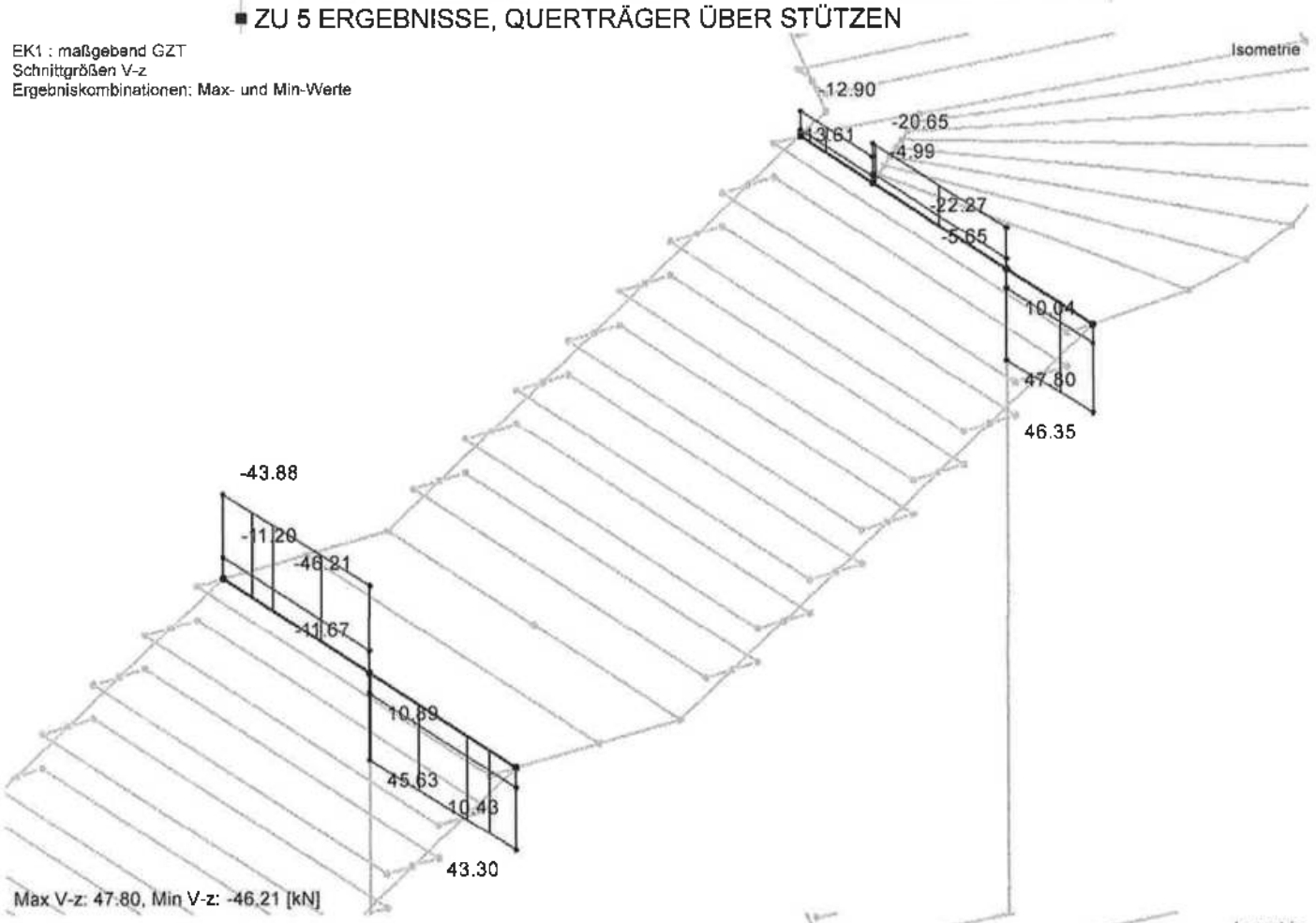
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max V-y: 0.85, Min V-y: -0.73 [kN]

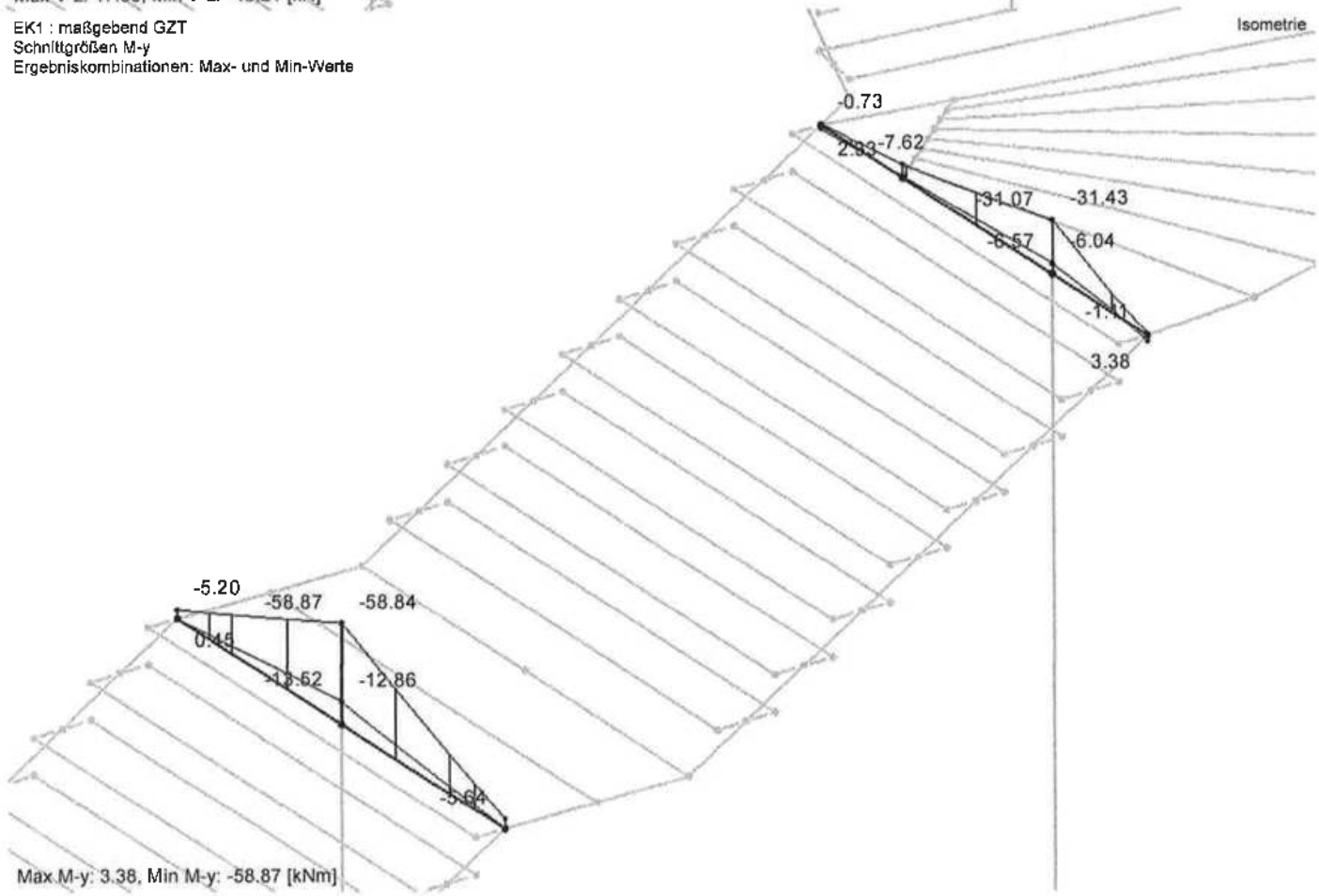
ZU 5 ERGEBNISSE, QUERTRÄGER ÜBER STÜTZEN

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max V-z: 47.80, Min V-z: -46.21 [kN]

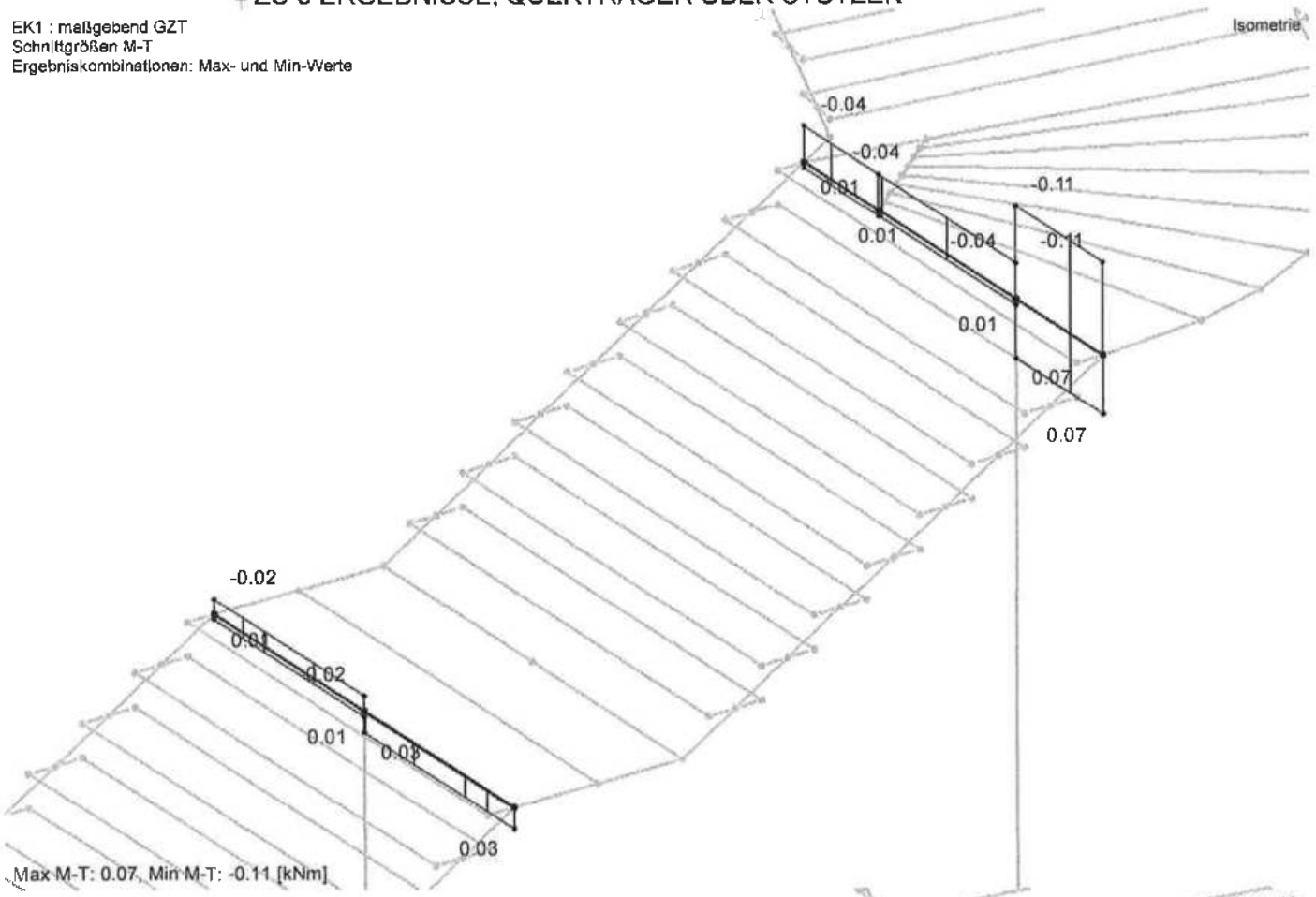
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



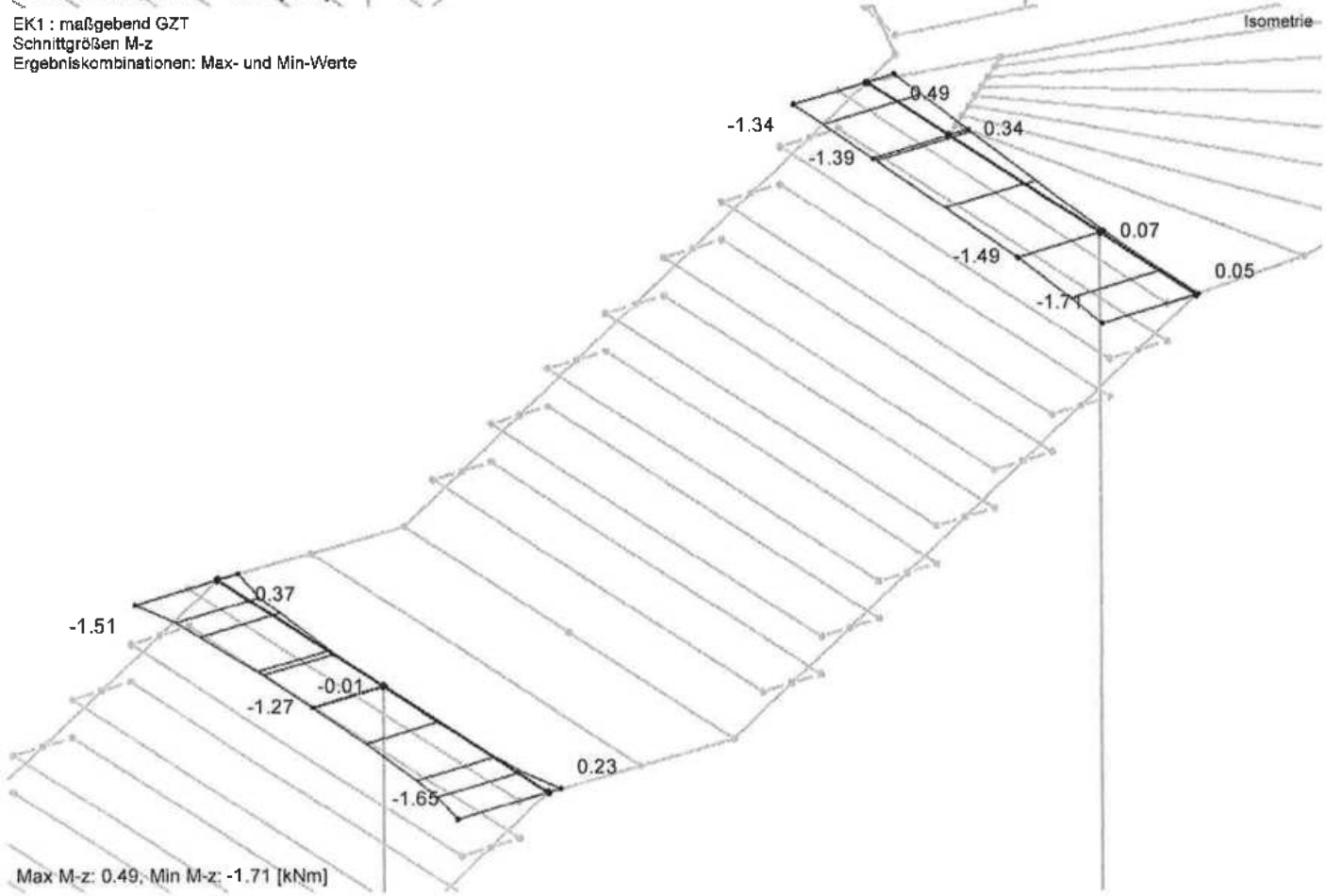
Max M-y: 3.38, Min M-y: -58.87 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE, QUERTRÄGER ÜBER STÜTZEN

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



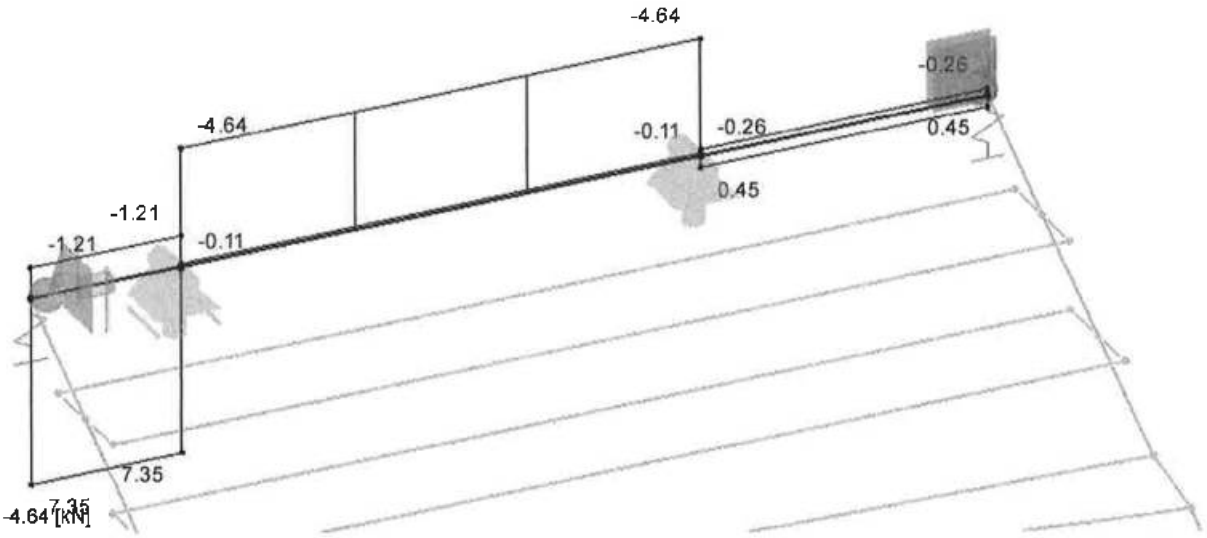
EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



ZU 5 ERGEBNISSE, RANDTRÄGER DECKENSTIRN, Pos 0.03.9

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

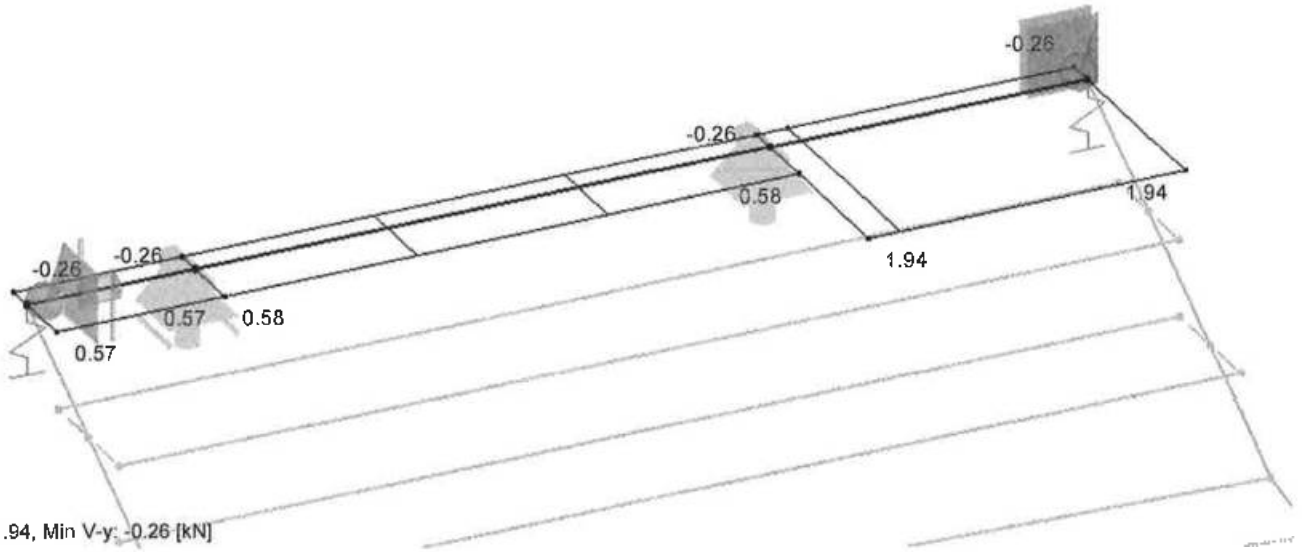
Isometrie



Max N: 7.35, Min N: -4.64 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

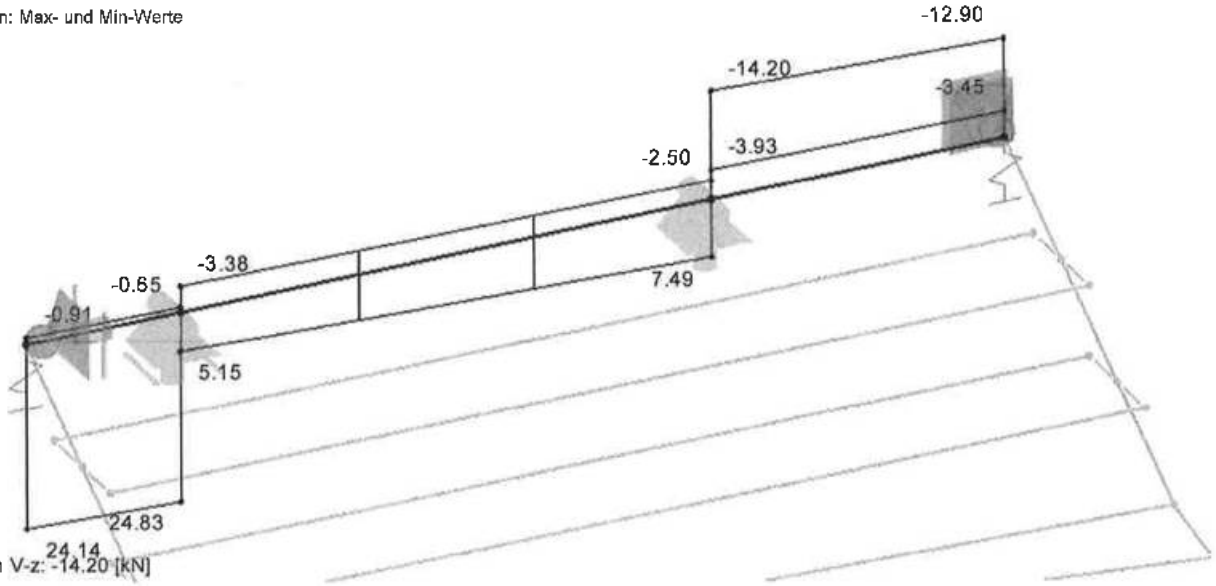
Isometrie



Max V-y: 1.94, Min V-y: -0.26 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

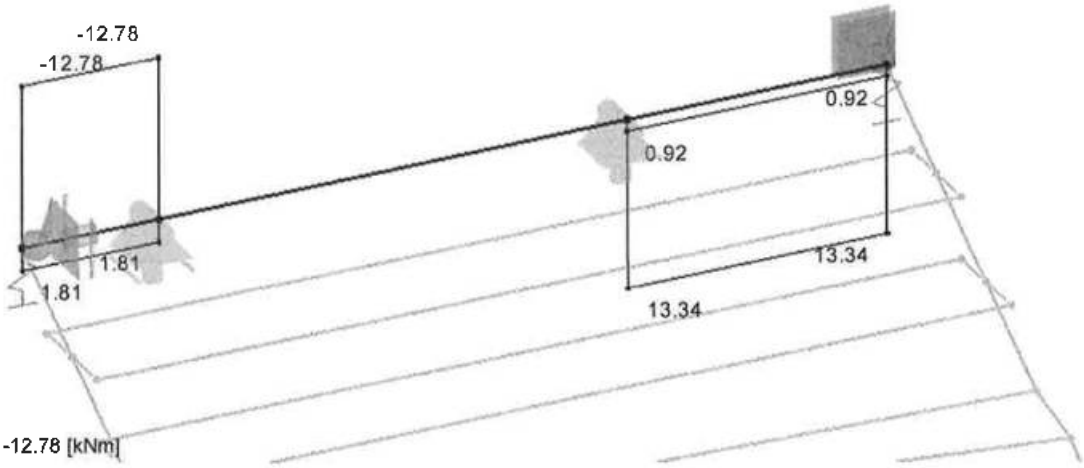


Max V-z: 24.83, Min V-z: -14.20 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE, RANDTRÄGER DECKENSTIRN

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-T
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

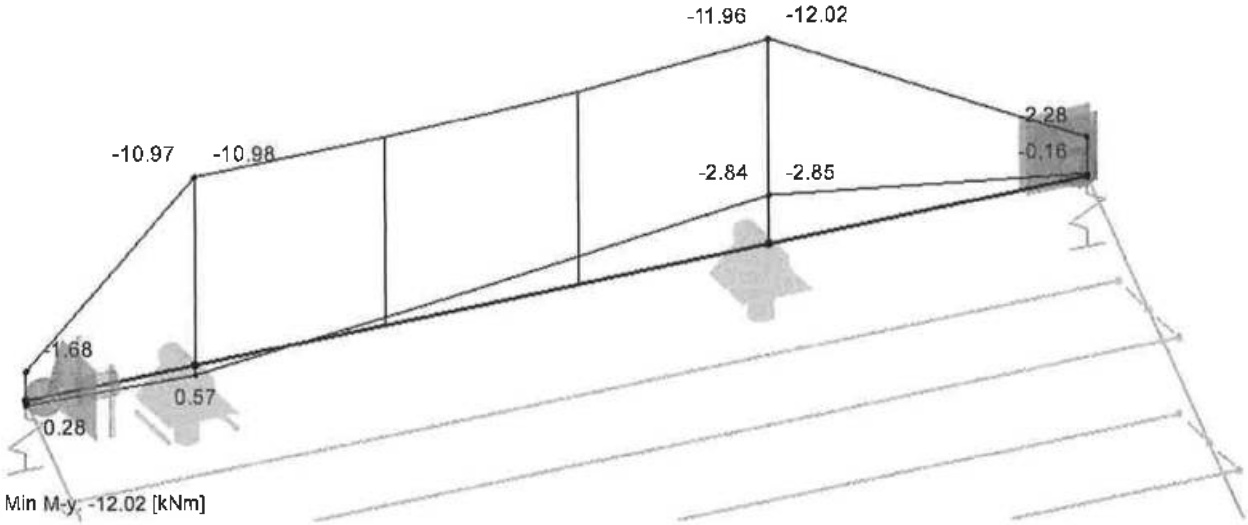
Isometrie



Max M-T: 13.34, Min M-T: -12.78 [kNm]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

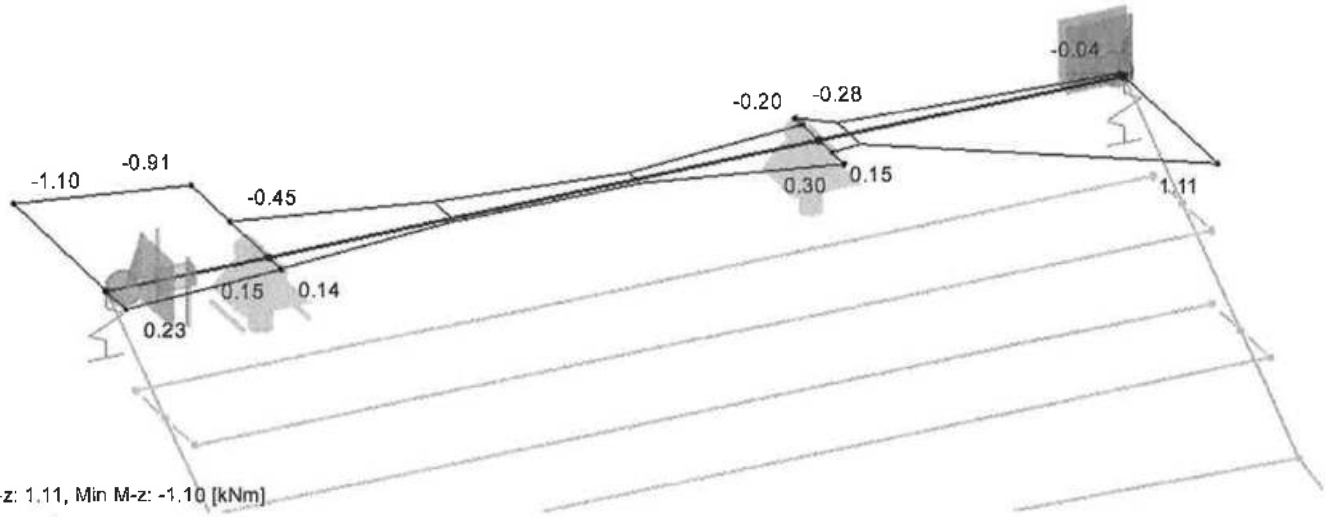
Isometrie



Max M-y: 0.57, Min M-y: -12.02 [kNm]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

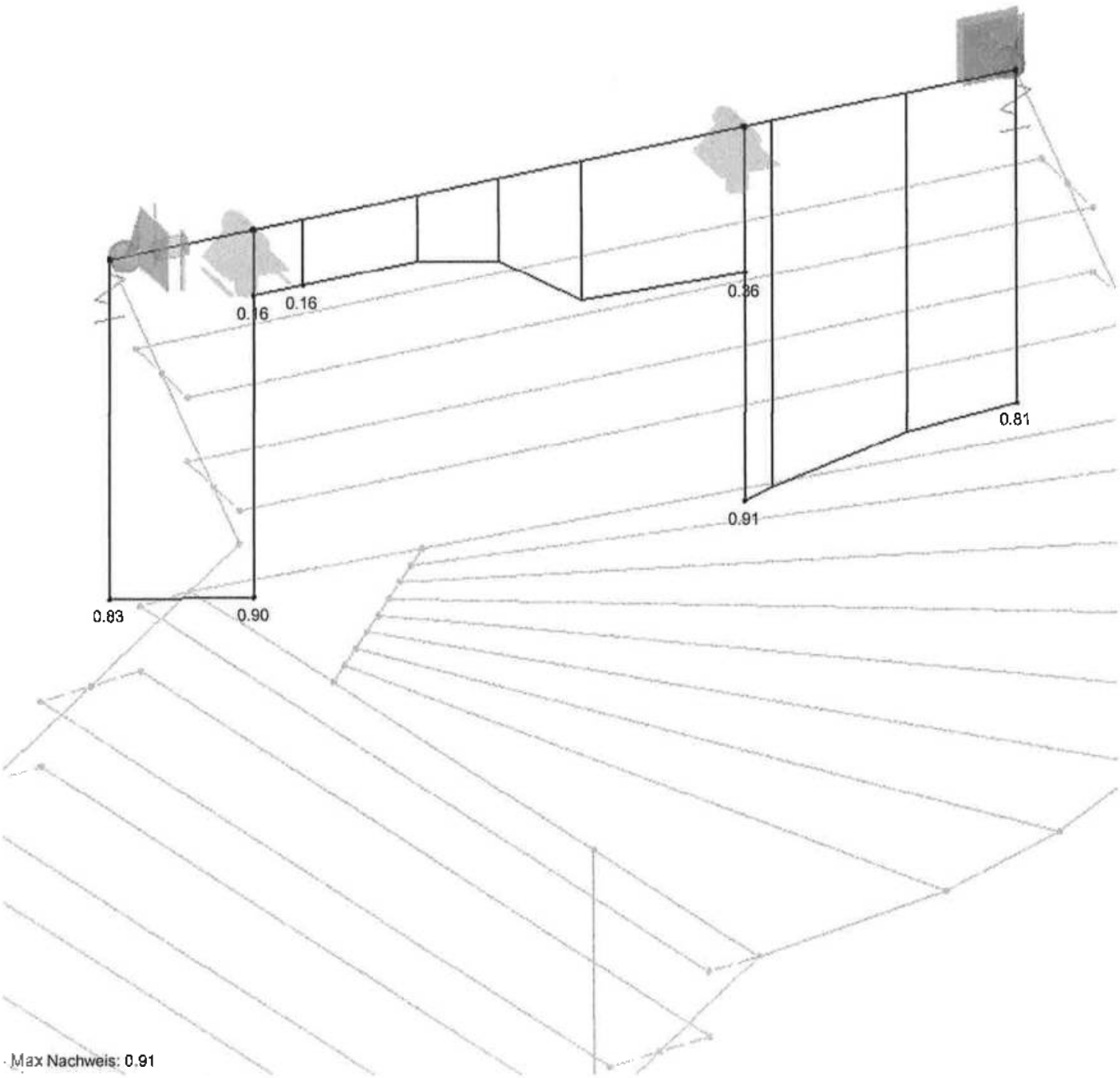


Max M-z: 1.11, Min M-z: -1.10 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE, RANDTRÄGER DECKENSTIRN

STAHL EC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

Isometrie



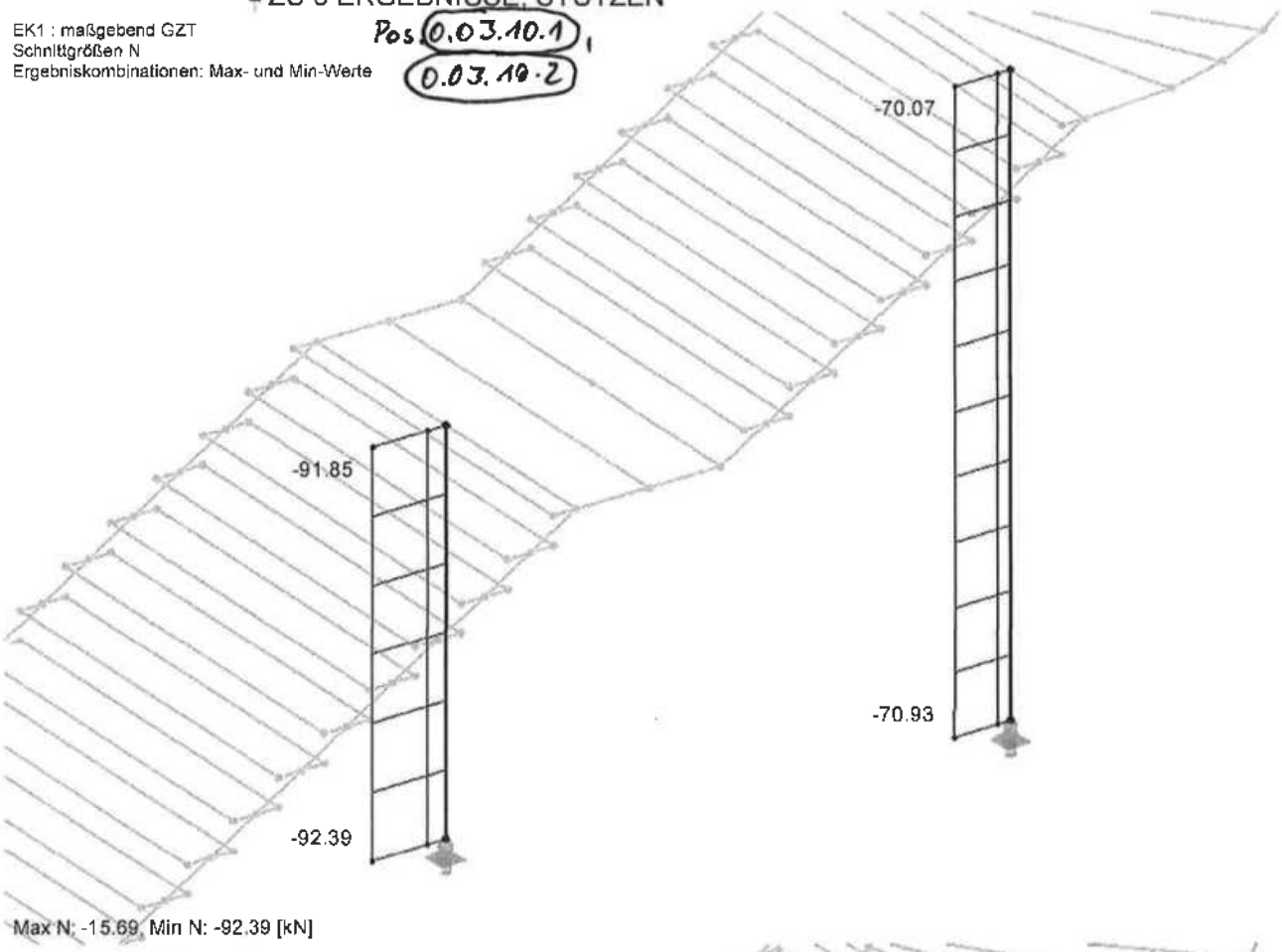
Max Nachweis: 0.91

ZU 5 ERGEBNISSE, STÜTZEN

Pos 0.03.10.1, 0.03.10.2

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

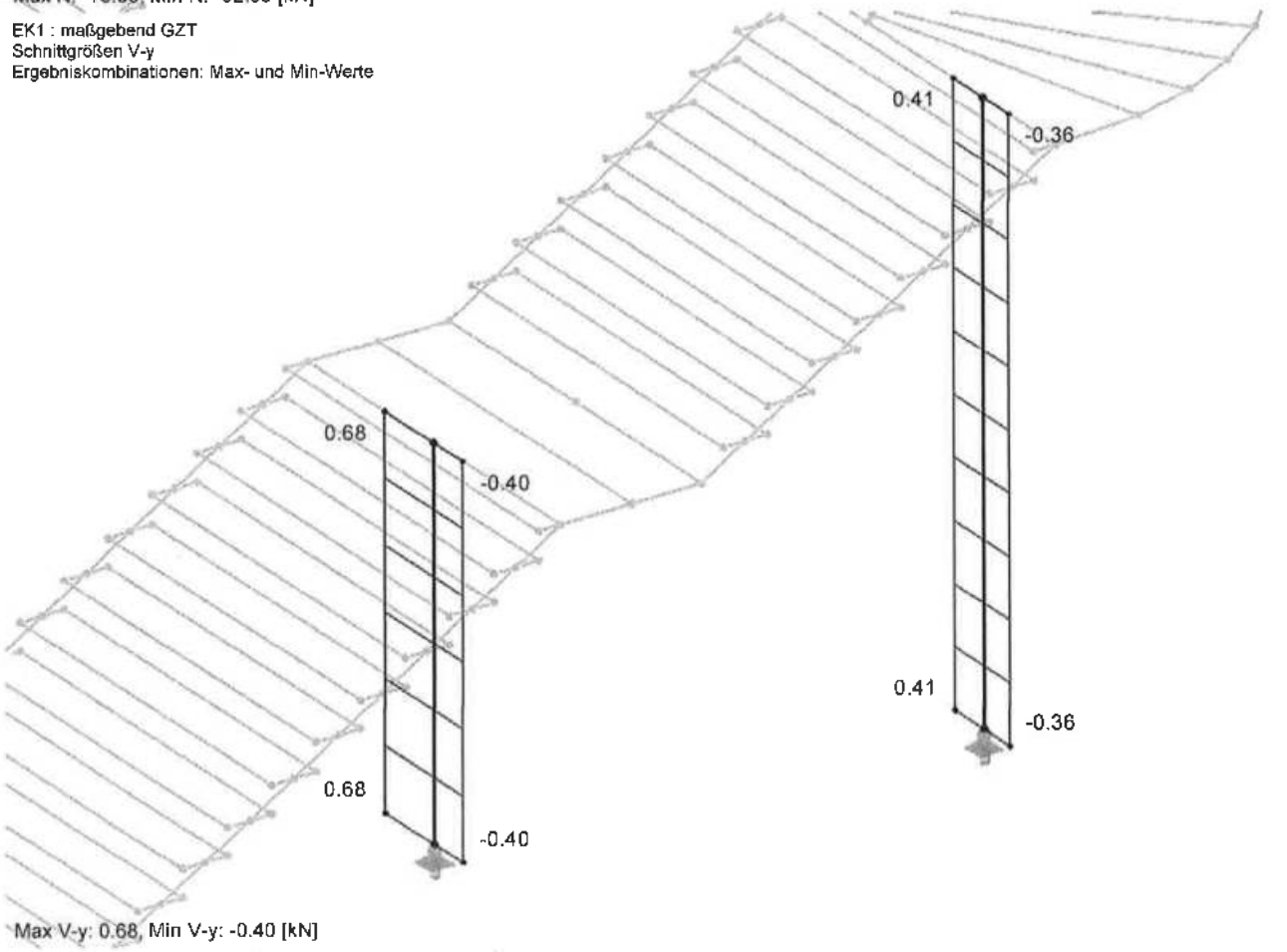
Isometrie



Max N: -15.69, Min N: -92.39 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

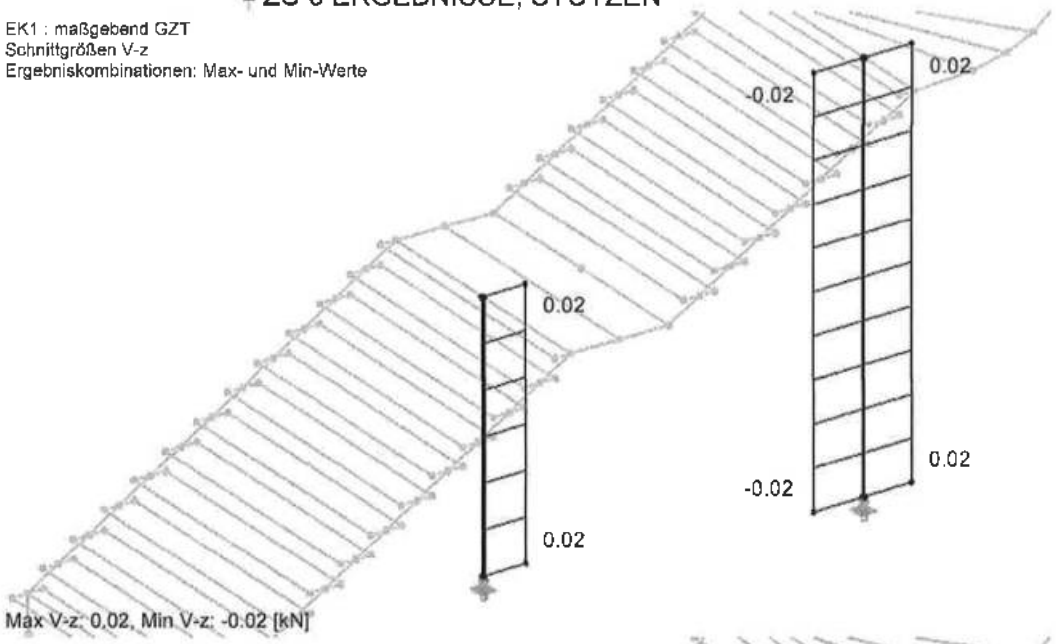


Max V-y: 0.68, Min V-y: -0.40 [kN]

ZU 5 ERGEBNISSE, STÜTZEN

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

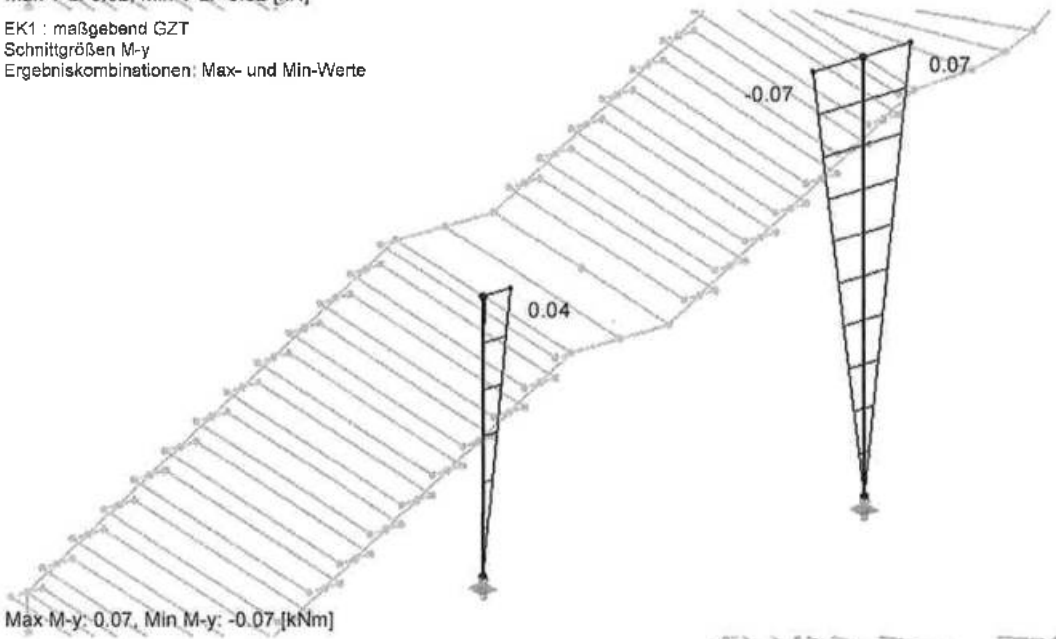
Isometrie



Max V-z: 0.02, Min V-z: -0.02 [kN]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-y
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

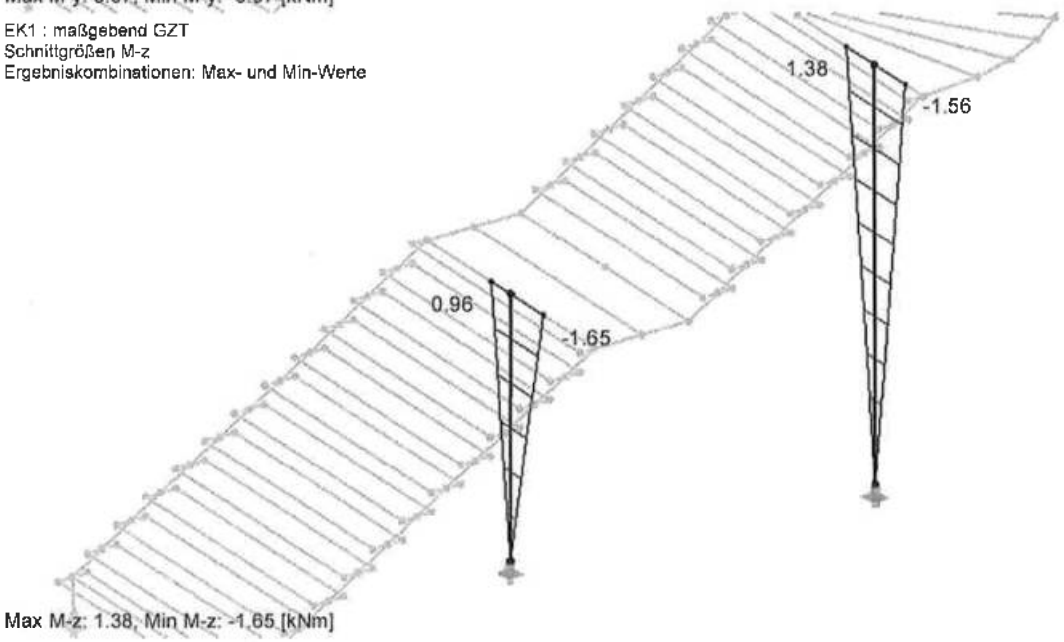
Isometrie



Max M-y: 0.07, Min M-y: -0.07 [kNm]

EK1 : maßgebend GZT
Schnittgrößen M-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

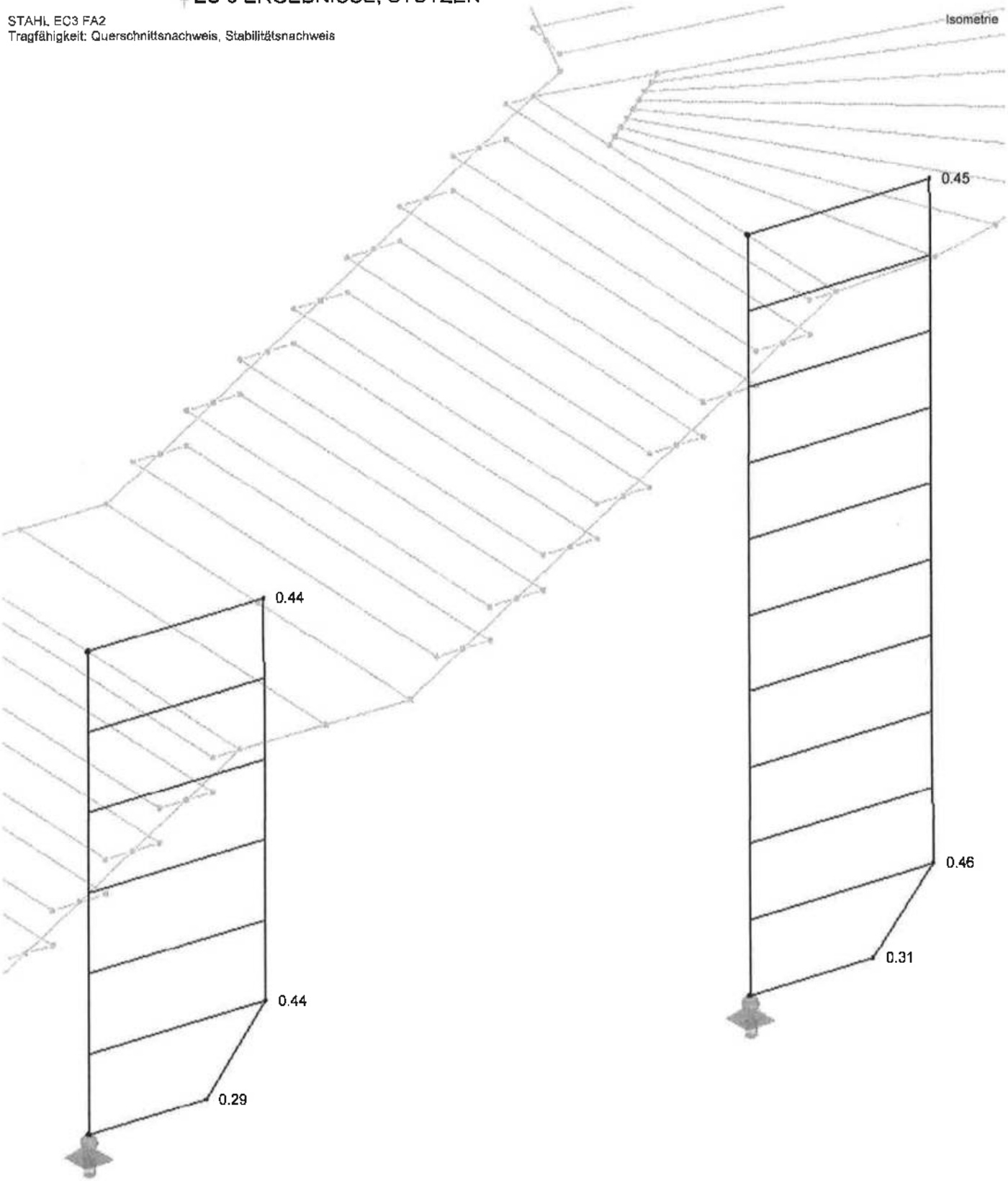
Isometrie



Max M-z: 1.38, Min M-z: -1.65 [kNm]

ZU 5 ERGEBNISSE, STÜTZEN

STAHL EC3 FA2
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis

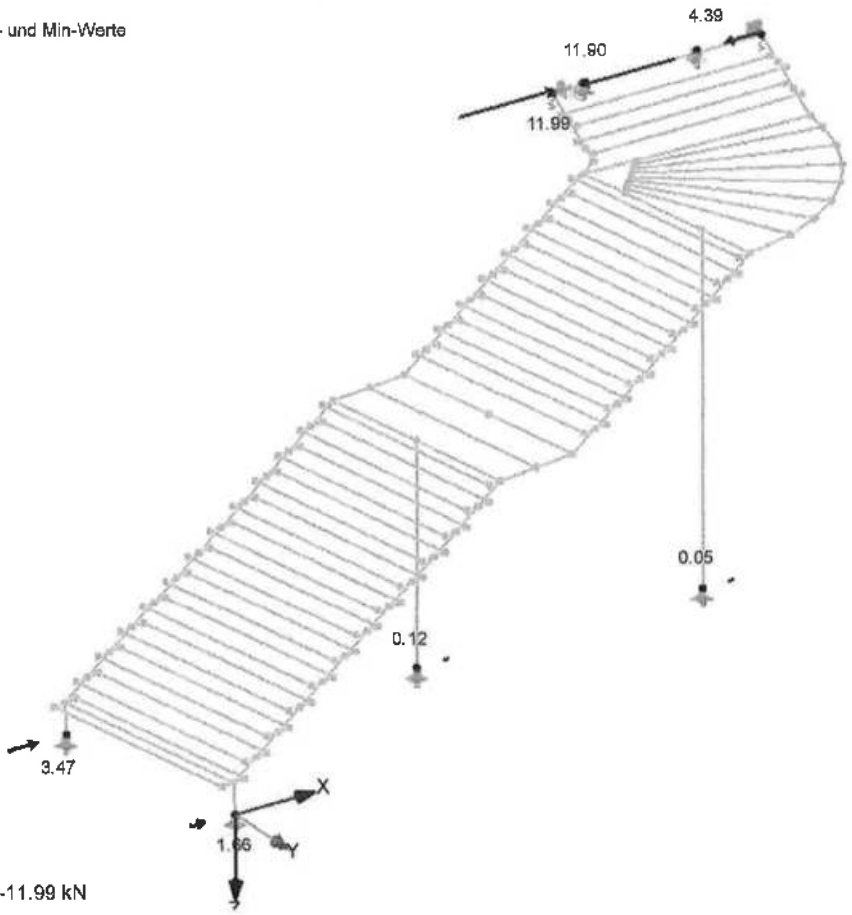


Max Nachweis: 0.46

ZU 5 ERGEBNISSE, AUFLAGERREAKTIONEN

EK1 : maßgebend GZT
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

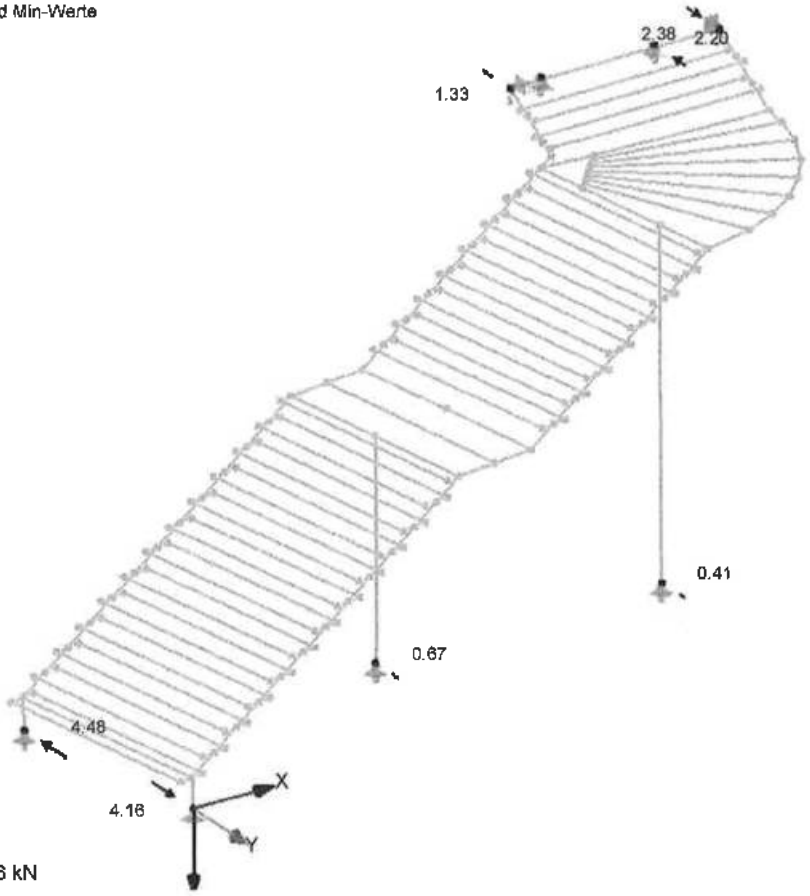
Isometrie



Max P-X: 11.90, Min P-X: -11.99 kN

EK1 : maßgebend GZT
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

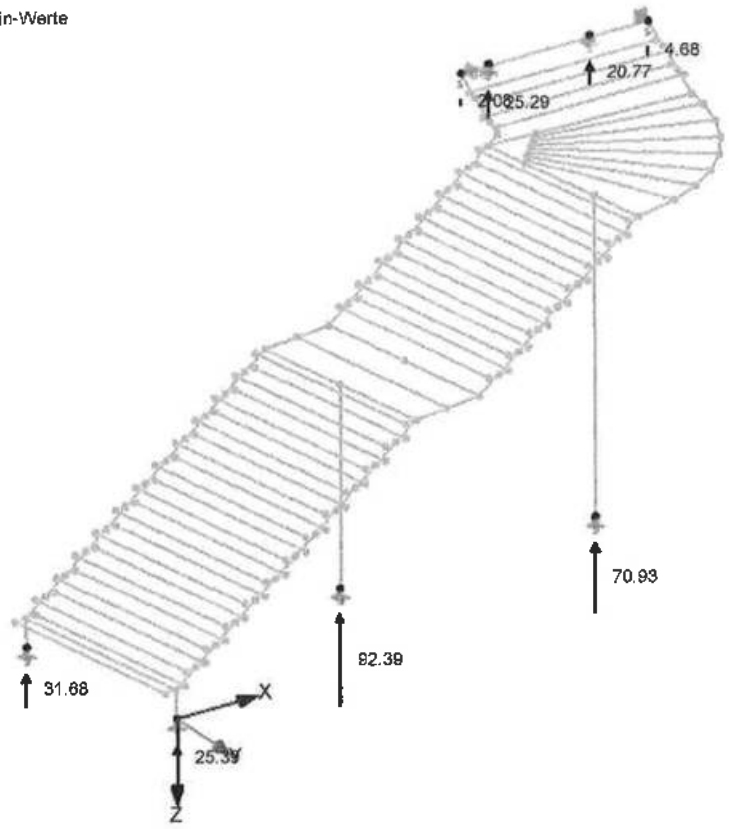


Max P-Y: 4.48, Min P-Y: -4.16 kN

ZU 5 ERGEBNISSE, AUFLAGERREAKTIONEN

EK1 : maßgebend GZT
Lagerreaktionen[kN]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

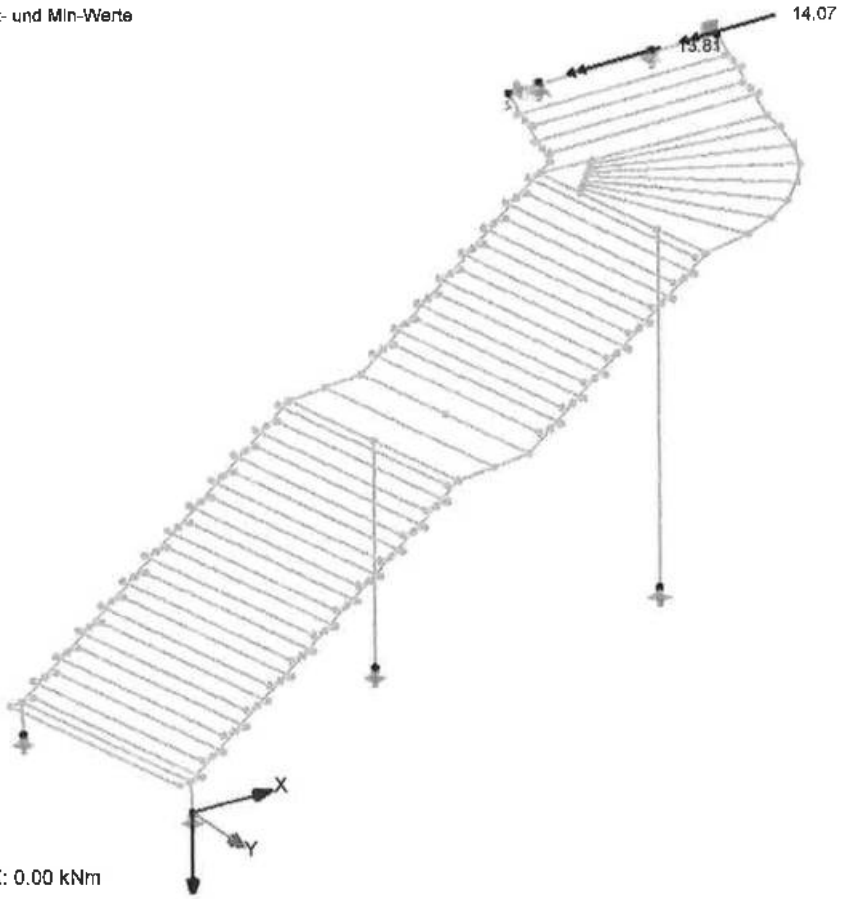
Isometrie



Max P-Z: 92.39, Min P-Z: 2.08 kN

EK1 : maßgebend GZT
Lagerreaktionen[kNm]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

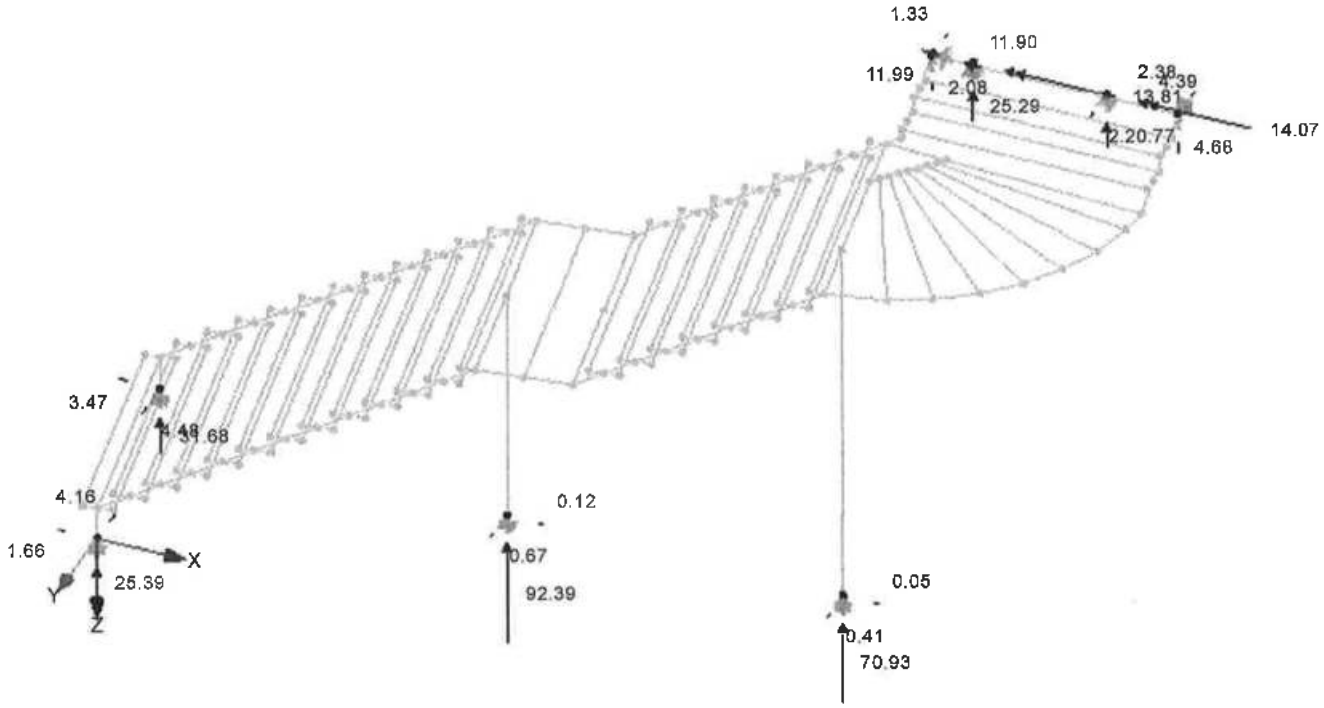


Max M-X: 14.07, Min M-X: 0.00 kNm

ZU 5 ERGEBNISSE, AUFLAGERREAKTIONEN

EK1 : maßgebend GZT
Lagerreaktionen[kN], [kNm]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

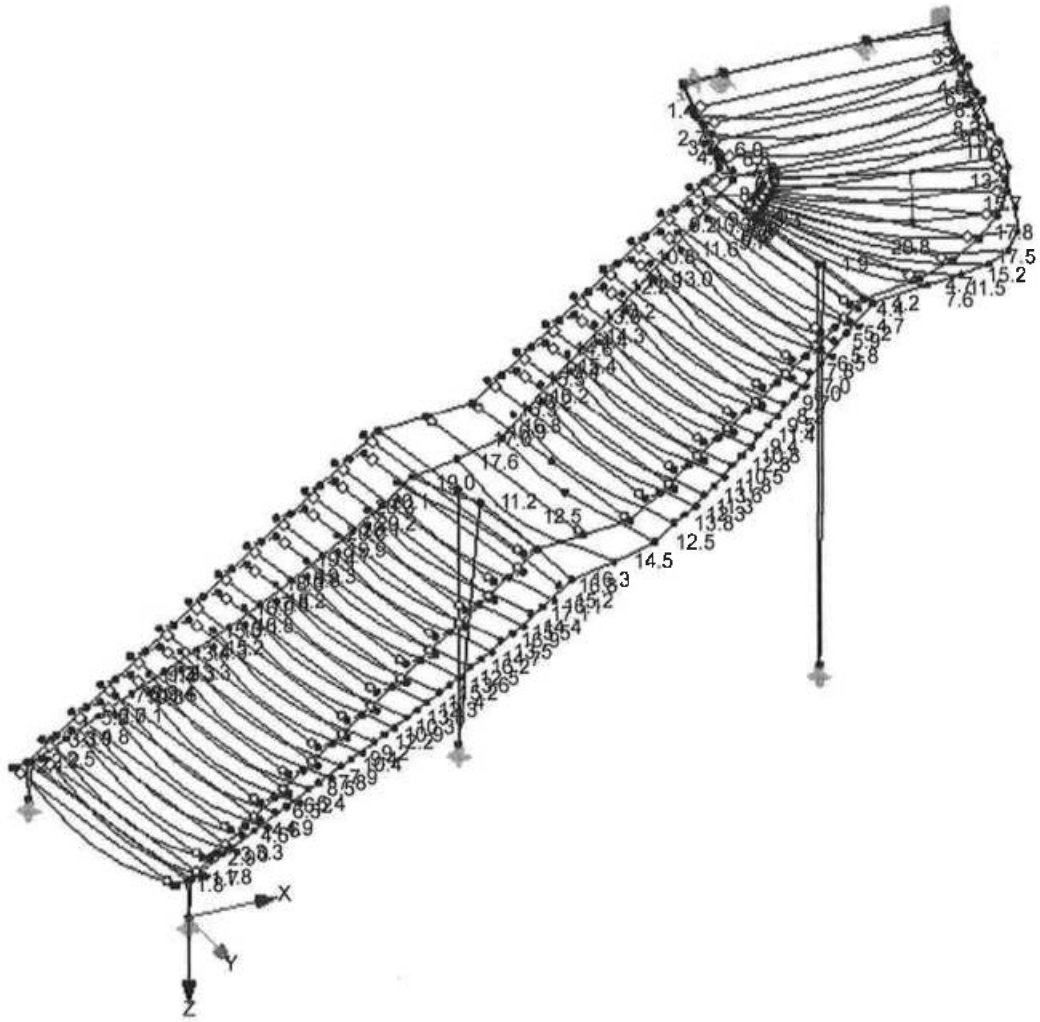


Max P-X: 11.90, Min P-X: -11.99 kN
Max P-Y: 4.46, Min P-Y: -4.16 kN
Max P-Z: 92.39, Min P-Z: 2.08 kN
Max M-X: 14.07, Min M-X: 0.00 kNm
Max M-Y: 0.00, Min M-Y: 0.00 kNm
Max M-Z: 0.00, Min M-Z: 0.00 kNm

ZU 5 ERGEBNISSE, GLOBALE VERFORMUNGEN U

EK2 : maßgebend GZG
Globale Verformungen u [mm]
Ergebniskombinationen: Max-Werte

Isometrie

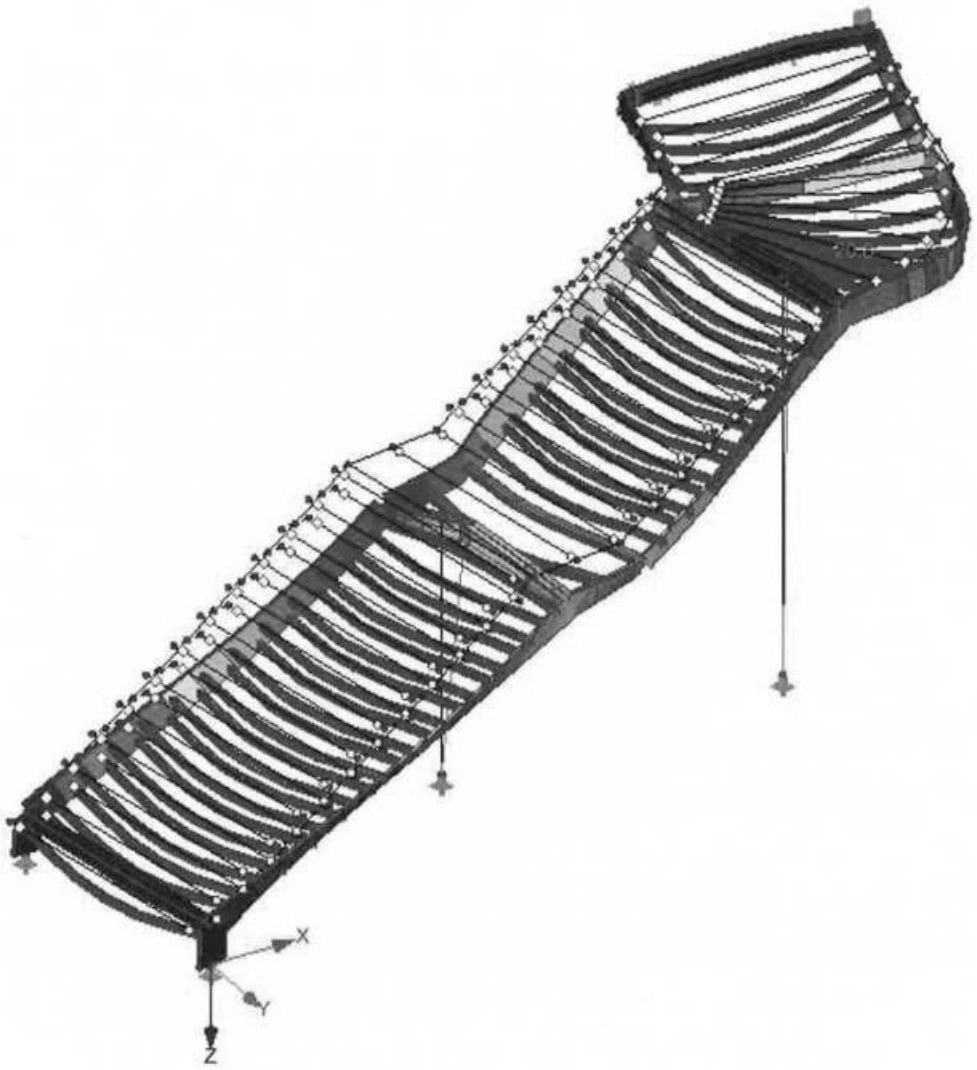


Max u: 20.8, Min u: 0.0 [mm]
Faktor für Verformungen: 23.50

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), Fl 50x8 (Querseiten), Rahmen, Profile miteinander verschweißt

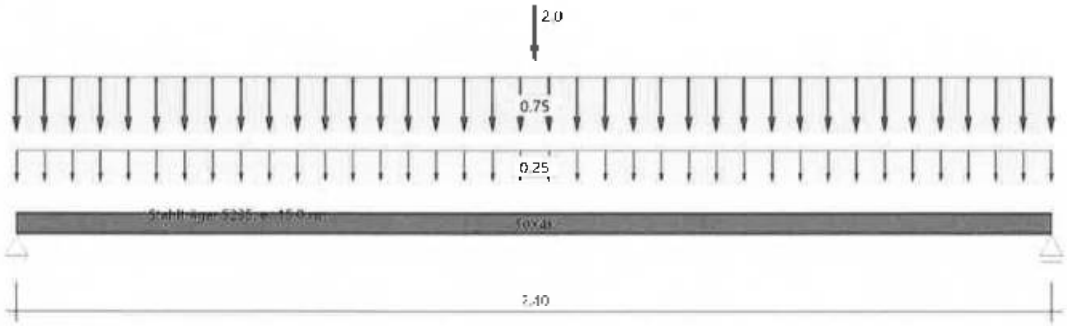
- Nachweis QRo 50x4 mit mittiger Einzellast Q=2,0 kN

Grundparameter

Stahlträger (e = 15.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

			E_k =	210000	N/mm²	
			γ =	78.50	kN/m³	
			G_k =	80769	N/mm²	
			μ =	0.30		
			β_w =	0.80		
Streckgrenze	t ≤	40	f_{yk} =	235.00	N/mm²	
Zugfestigkeit	t ≤	40	f_{uk} =	360.00	N/mm²	

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
50X4K	24	24	9	9	6.9
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	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 : 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		2.40		0.25		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

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 - Dreieckslast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 200

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	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 ständig/vorübergehend
Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) γ_{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	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 $f_{Cd} = l_{eff}/200$

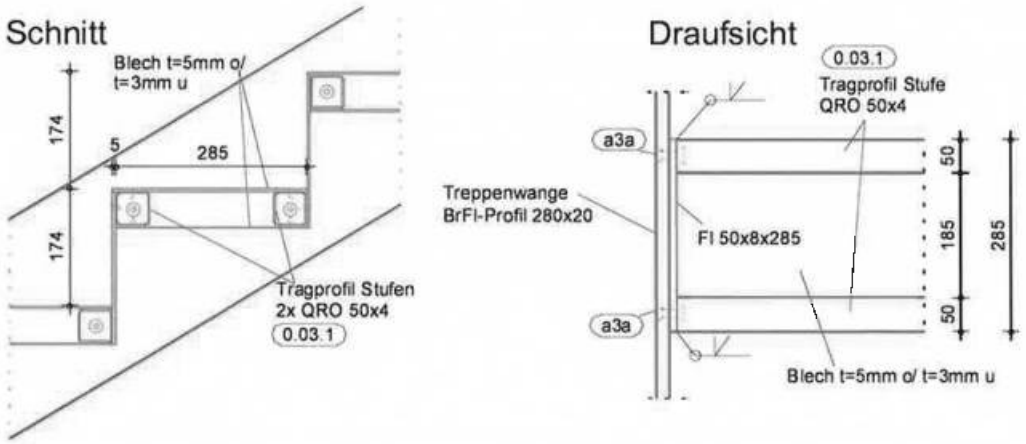
Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η		Lfk
Feld 1	1.20	2.40	0.00	2.40	0.3	1.4	1.2	1.18		3

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 leff
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	0.4	0.4		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		1.0		
2	2.40	ständig	0.4	0.4		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		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

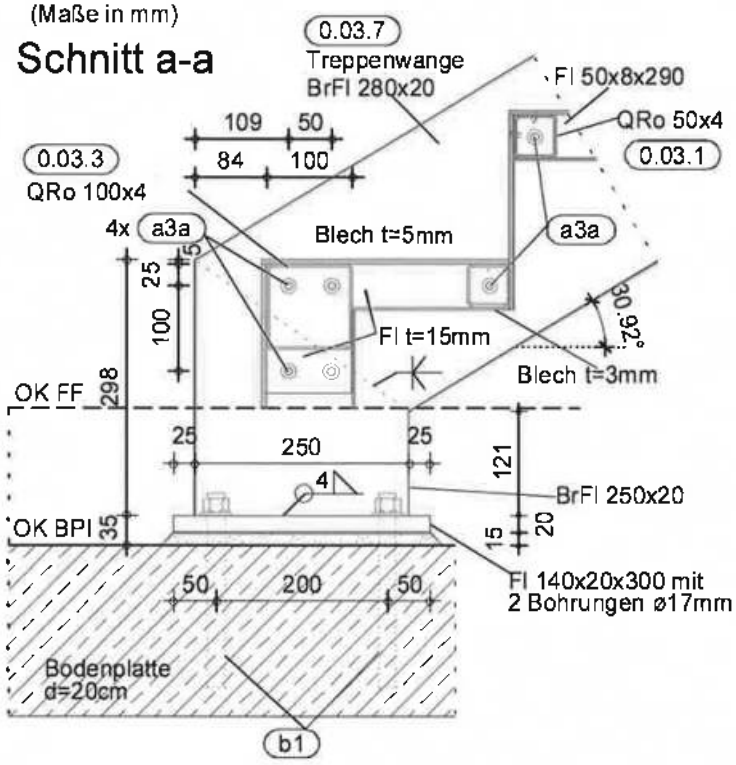
Verschraubung mit Wangenprofilen, 2x Hohlraumverbinder,
z.B. Hollo Bolt Flush Fit M12
- bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

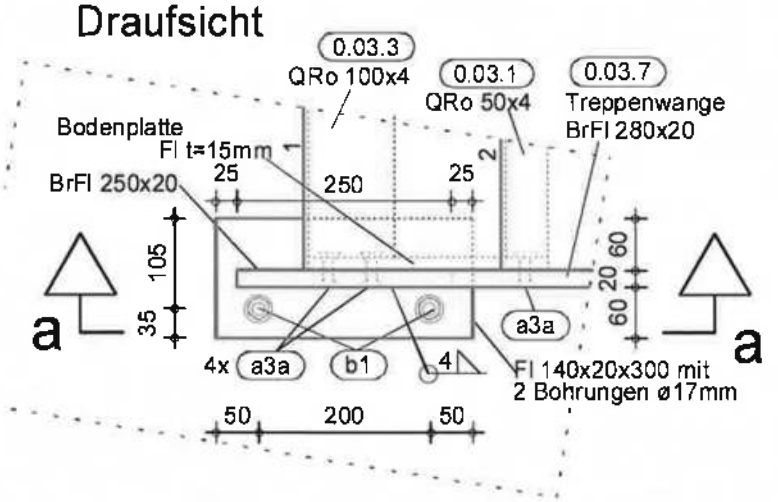
Pos. 0.03.3 Querprofil Treppenpußpunkt

QRo 100x4, Stirnplatten Fl 15mm,
Verschraubung mit Wangenprofilen, 4x Hohlraumverbinder,
z.B. Hollo Bolt Flush Fit M12.

Geometrie:
(Geländerkonstruktion hier nicht dargestellt)

(Maße in mm)





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 , s.Anl. 1.2

Bolzen∅ d =	19,8 mm	
Loch∅ d_0 =	20,0 mm	
System:		
Anschlussplatte t_{Fl} =	12,0 mm	
Wange t_{Wa} =	20,0 mm	
Randbstand in KR e_1 =	25,0 mm	
Schraubenabstand in KR p_1 =	125,0 mm	
Schraubenabstand _I_KR p_2 =		50,0 mm
Randabstand _I_KR e_2 =	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:

$1,2 * d_0 / e_1$	=	**0,96 ≤ 1**
$1,2 * d_0 / e_2$	=	**0,96 ≤ 1**
$2,2 * d_0 / p_1$	=	**0,35 ≤ 1**

größte Abstände:

t =	MIN(t_{Fl};t_{Wa})	=	12,0 mm
p_{max} =	MIN(14*t;200)	=	168,0 mm
p_1 / p_{max}		=	**0,74 ≤ 1**

Kraft je Verbindungsmittel:

Anzahl der Verbindungen			
Anzahl Reihen n_R=	2		
je Reihe n=	2		
gesamt n_1 =	n_R*n	=	4

Abscheren aus Vy, Vz, MT für äußere Schrauben

$F_{A,Ed}$ = ABS($\sqrt{(V_{y,d}^2+V_{z,d}^2)}/n_1+M_{T,d}/(0,1*n)$ = 9,33 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 kN

Lochleibung:

α_b = $MIN(\frac{e_1}{3*d_0}; \frac{p_1}{3*d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{u,b}}{f_u}; 1,0)$ = 0,42

k_1 = $MIN(2,8*\frac{e_2}{d_0}-1,7; 1,4*\frac{p_1}{d_0}-1,7; 2,5)$ = 1,80

$F_{b,Rd}$ = $k_1 * \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} / 1000$ = 51,73 kN

$\frac{F_{A,Ed}}{F_{b,Rd}}$ = **0,18 < 1**

Abscheren:

$F_{v,Rd}$ = 56,80 kN

$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}}$ = **0,16 < 1**

Zug:

$F_{t,Rd}$ = 36,60 kN

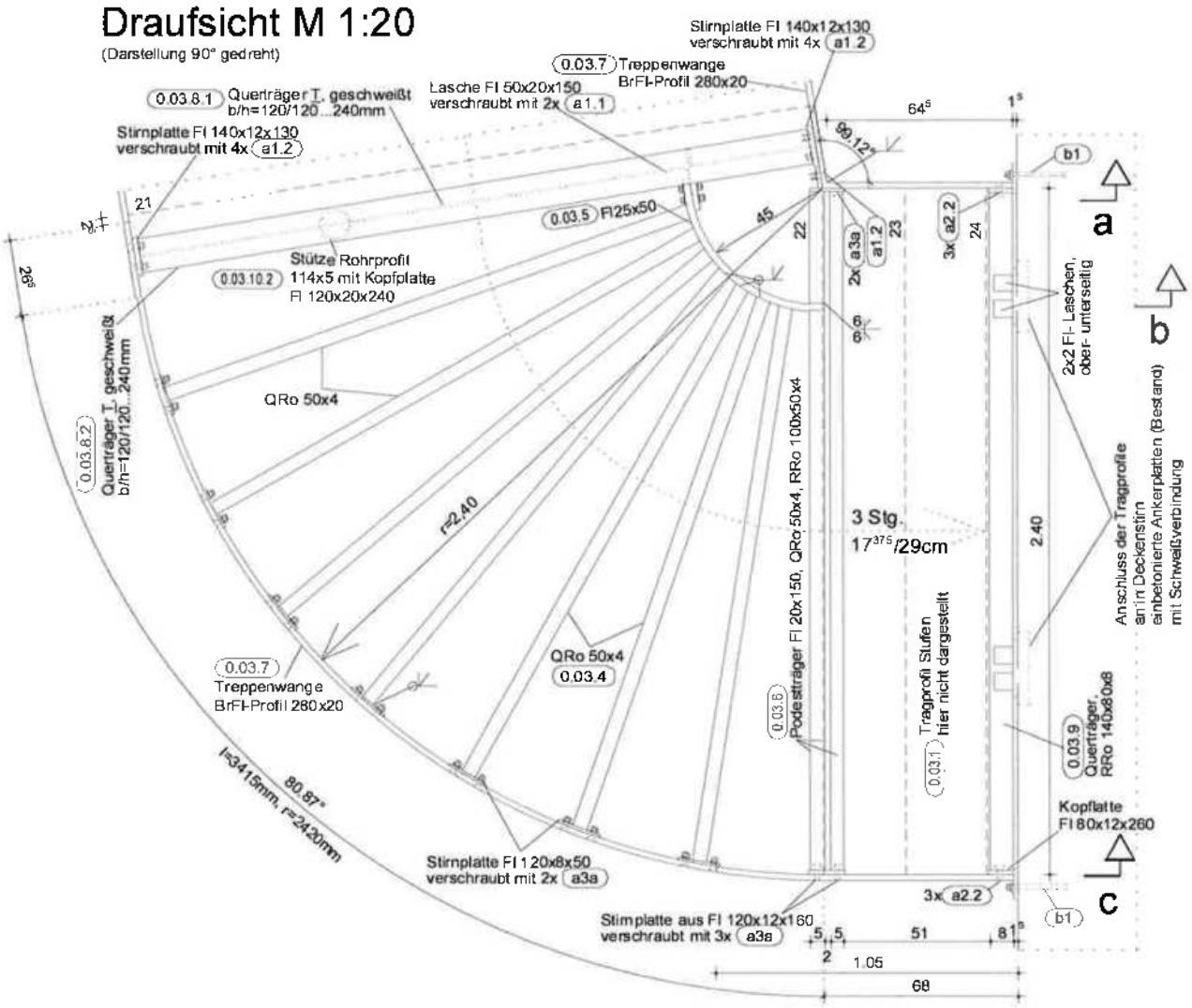
$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$ = **0,99 < 1**

Zug + Abscheren:

$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4*F_{t,Rd}}$ = **0,87 < 1**

Pos. 0.03.4 Tragprofile oberes Podest, QRo 50x4
Stäbe 197,200,201,203,205,210,212

Geometrie:



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 Fl 120x50x10,
verschraubt mit je 2x Hohlraumverbindern, z.B. Hollo Bolt Flush Fit M12

an Tragprofil Fl 25x50: mit Fl 25x50: V- Naht umlaufend (4mm)

- bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

Pos. 0.03.5 Tragprofil oberes Podest

Fl 25x50, stehend
Stäbe 173,184,186,190,193,194,195,198

extremale Schnittgrößen am Anschluss aus EK1
$V_{y,d}$= 6,99 kN

Anschlüsse
- an Podestträger Fl 20x150/ RRo 100x50x4/ QRo50x4: mit DHY- Naht (2x6mm)

Nachweis mit DHY- Naht
Materialkennwerte:

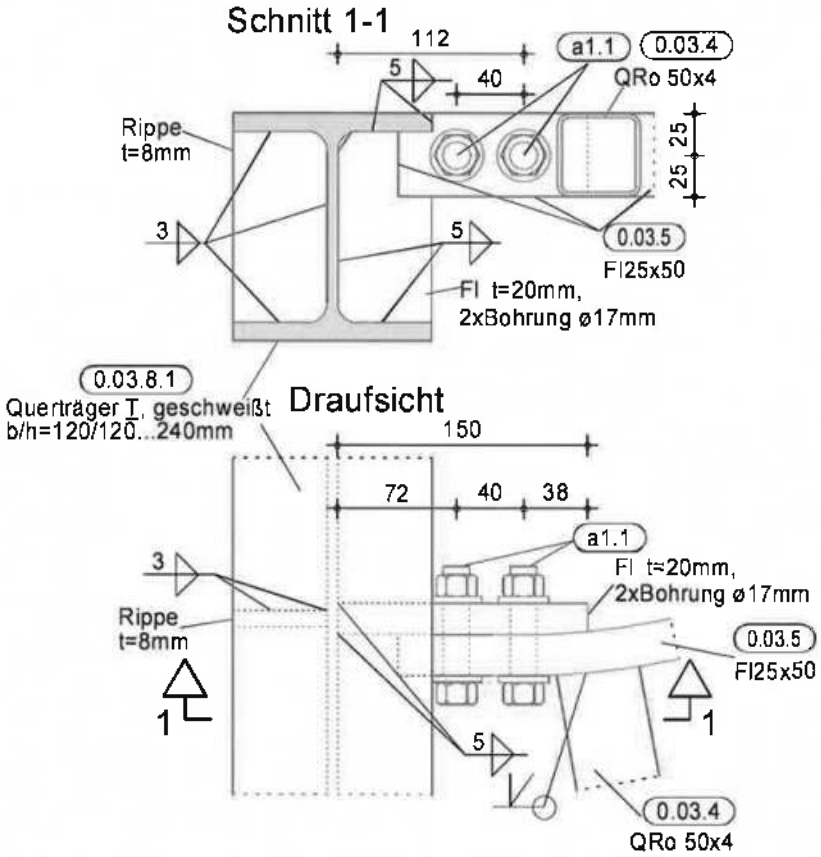
f_y =			23,50 kN/cm²
f_u =			36,00 kN/cm²
$f_{u,b}$ =			80,00 kN/cm²
γ_{M0} =			1,00
γ_{M2} =			1,25
a_w =	2 * 0,6	=	1,20 cm
Nahtlänge l_w =			5,00 cm
A_w =	$a_w * l_w$	=	6,00 cm²
β_w =			0,80
$f_{vw,d}$ =	$\frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}}$	=	20,78 kN/cm²
$F_{w,Rd}$ =	$f_{vw,d} * a_w$	=	24,94 kN/cm

Kraftresultierende auf der Schweißnaht:
$V_{II,Ed}$ = $V_{y,d} / l_w$ = 1,40 kN/cm

Nachweis:
$V_{II,Ed} / F_{w,Rd}$ = **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 kN

Schrauben, gewählt: 2x **M16 - 8.8**

Bolzen∅ d_S =	16,00 mm
Loch∅ d_L =	17,00 mm
Anzahl der Schrauben, n =	2

Materialkennwerte:

f_y =	23,50 kN/cm²
f_u =	36,00 kN/cm²
$f_{u,b}$ =	80,00 kN/cm²
γ_{M0} =	1,00
γ_{M2} =	1,25

Schweißnaht Lasche - Randträger:
Nachweis mit beidseitig Kehlnaht

a_w = 2 * 0,5 = 1,00 cm

zum Nachweis angesetzt

Nahtlänge l_w = 3,00 cm

A_w = $a_w * l_w$ = 3,00 cm²

β_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 kN/cm

Kraftresultierende auf der Schweißnaht:

$V_{II,Ed}$ = V_{Ed} / l_w = 2,33 kN/cm

Nachweis:

$V_{II,Ed} / F_{w,Rd}$ = **0,11 < 1**

Nachweis der Lasche am verschwächten Querschnitt
aus Fl 50x20x150:

d_L = 1,70 cm

t = 1,50 cm

Höhe an der Verschraubung

h = 5,00 cm

W_y = $t * (h^3 - d_L^3) / (6 * h)$ = 6,00 cm³

Zusatzmoment aus Querkraft, Hebelarm bis Mitte äußeres Loch
Stegdicke Wangenträger,
aus HEB120, t_w = 0,70 cm

e_{Vd1} = $(6{,}7 + t_w/2)$ = 7,05 cm

A_{net} = $(h - d_L) * t$ = 4,95 cm²

$W_{eff,min}$ = $t * (h^3 - d_L^3) / (6*h)$ = 6,00 cm³

$M_{Ed,1}$ = $V_{Ed} * e_{Vd1}$ = 49,28 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:

$$\frac{|V_{Ed}|}{V_{c,Rd}} = \textbf{0,10 < 1}$$

Nachweis Biegebeanspruchung:

$$\frac{M_{Ed,1}}{M_{y,c,Rd}} = \textbf{0,35 < 1}$$

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 cm
$M_{Ed,2}$ = $V_{Ed} * e_{Vd2}$ = 77,24 kNcm

Abstand zw. den Schrauben e_S = 4,00 cm

F_{Ed} = $ABS(V_{Ed})/2 + M_{Ed,2}/e_S$ = 22,80 kN

Lochabstände:
Horizontal p_1 = 40,00 mm
Rand vertikal e_2 = 25,00 mm
Rand horiz. e_1 = 25,00 mm

Prüfung der Rand- und Lochabstände:

Loch∅ d_L = 17,00 mm
Lasche t_1 = 15,00 mm
HEA100+Verstärkung t_2 = 5+6 = 11,00 mm

kleinste Abstände:
$1,2 * d_L / e_2$ = **0,82 ≤ 1**
$1,2 * d_L / e_1$ = **0,82 ≤ 1**
$2,2 * d_L / p_1$ = **0,94 ≤ 1**

größte Abstände:
t_{min} = $MIN(t_1 ; t_2)$ = 11,00 mm
e_{max} = $4 * t_{min} + 40$ = 84,00 mm
p_{max} = $MIN(14*t_{min} ; 200)$ = 154,00 mm

e_2 / e_{max} = **0,30 ≤ 1**
e_1 / e_{max} = **0,30 ≤ 1**
p_1 / p_{max} = **0,26 ≤ 1**

Lochleibung

α = $MIN(\frac{e_1}{3*d_L}; \frac{f_{u,b}}{f_u}; 1)$ = 0,49

k_1 = $MIN(2,8*\frac{e_2}{d_L}-1,7;1,4*\frac{p_1}{d_L}-1,7;2,5)$ = 1,59

$F_{b,Rd}$ = $k_1 * \alpha * d_L * t_{min} * \frac{f_u}{\gamma_{M2}} * 10^{-2}$ = 41,96 kN

Nachweis:

$$\frac{F_{Ed}}{F_{b,Rd}} = \underline{\mathbf{0,54 < 1}}$$

Abscheren

Schrauben-Scherebenen n_s = 1
Schaftquerschnittsfläche A = 2,01 cm²
α_v = 0,6

$F_{v,Rd} = n_s * \alpha_v * A * f_{u,b} / \gamma_{M2}$ = 77,18 kN

Nachweis:

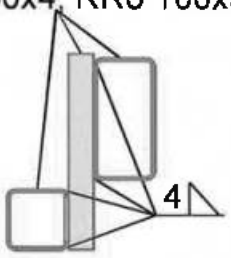
$$\frac{F_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \underline{\mathbf{0,30 < 1}}$$

Pos. 0.03.6 Tragprofil Fl 150x20, QRo 50x4, RRo 100x50x4

Stab 188, 213
Geometrie: Querschnitt

0.03.6

Podestträger Fl 20x150,
QRo 50x4, RRo 100x50x4



extremale Schnittgrößen aus EK1, Stab 188,213
am Anschluss Wangen

$V_{y,d}$= -6,54 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 weieren Nachweis

Pos. 0.03.7 Wangenprofile BrFl 280x20
- vertikaler Abschnitt am Treppenantritt BrFl 250x20
- horizontaler Abschnitt am Treppenaustritt BrFl 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
- Wangenauflager auf Bodenplatte

Geometrie: sieh 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

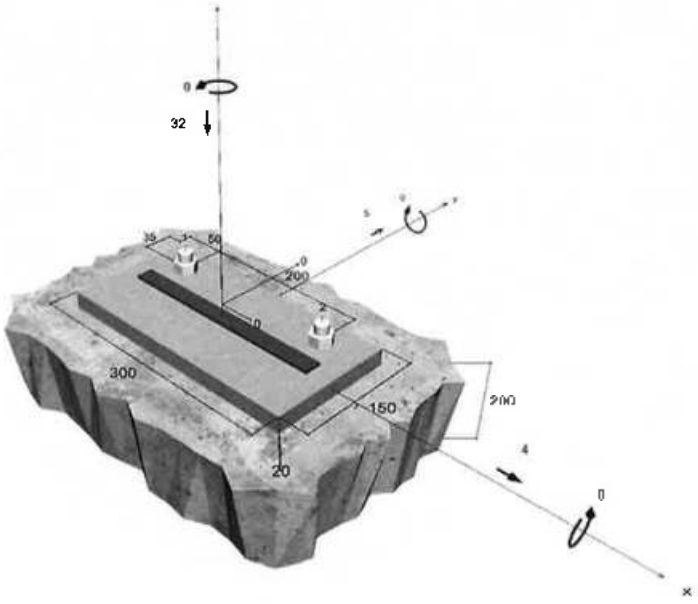
Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 200 8.8, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8
Rechnerische Verankerungstiefe	150 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung 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))

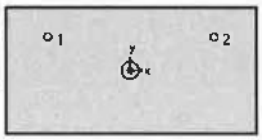
Bemessungslasten *)

#	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

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

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1.00 \cdot 63.00kN = 63.00kN$$

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	3,86	7,7

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	5,2	1	$\beta_{Vs;1}$
2	7,7	2	$\beta_{Vs;2}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

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

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 62{,}90kN = 125{,}80kN$$ Gl. (7.39a)

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$ Gl. (7.13)

$$N_{Rk,p} = 47{,}50kN \cdot \frac{278.369mm^2}{190.969mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}060 \cdot 0{,}857 \cdot 1{,}000 = 62{,}90kN$$

$$N^0_{Rk,p} = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1{,}00 \cdot \pi \cdot 16mm \cdot 150mm \cdot 6{,}3N/mm^2 = 47{,}50kN$$ Gl. (7.14)

$$\Psi_{sus} = 1{,}00$$ Gl. (7.14a)

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

$$s_{cr,Np} = min\left(7{,}3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr}\right)^{0{,}5} ; 3 \cdot h_{ef}\right)$$ Gl. (7.15)

Gl. (7.15)

$$\Psi_{s,Np} = min\left(1; 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = min\left(1; 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{\infty}{219mm}\right) = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.20)

$$\Psi_{g,Np} = \Psi^0_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^0_{g,Np} - 1\right)$$ Gl. (7.17)

$$\Psi_{g,Np} = 1{,}186 - \sqrt{\frac{200mm}{437mm}} \cdot \left(1{,}186 - 1\right) = 1{,}060 \geq 1$$

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1\right) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1{,}5}$$ Gl. (7.18)

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{2} - \left(\sqrt{2} - 1\right) \cdot \left(\frac{6{,}3N/mm^2}{9{,}4N/mm^2}\right)^{1{,}5} = 1{,}186 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d}\sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{7{,}7}{3{,}14 \cdot 16mm}\sqrt{150mm \cdot 25{,}0N/mm^2} = 9{,}4N/mm^2$$ Gl. (7.18)

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 0{,}918 \cdot 0{,}933 = 0{,}857 \leq 1$$ Gl. (7.21)

$$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 20mm}{437mm}} = 0{,}918 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 16mm}{437mm}} = 0{,}933 \leq 1$$

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

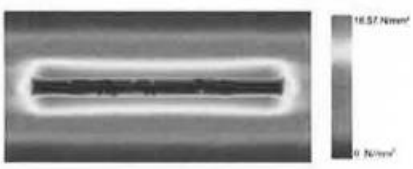
Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	7,6	1	$\beta_{V,cp;1}$

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)	t =	20 mm
Material der Ankerplatte		S 235 (St 37)
E-Modul	E =	210.000 N/mm²
Streckgrenze	$R_{p,0,2}$ =	235 N/mm²
Sicherheitsfaktor	γ_M =	1,0
Querdehnzahl	ν =	0,3
Ausnutzung	η =	7 %

Profiltyp: Flachstahl (250 x 20 (S 235))

Angaben zur Montage

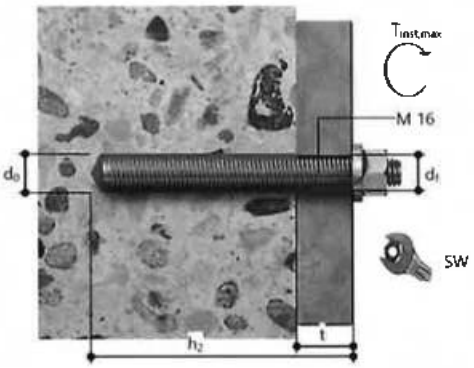
Anker

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 Hammerbohren mit oder ohne Absaugung	Art.-Nr. 546600
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 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 170 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 = 20 mm
Gesamte Befestigungsdicke Tfix,max	t_{fix} = 20 mm
Mörtelvolumen je Bohrloch	20 ml/10 Skalenteile



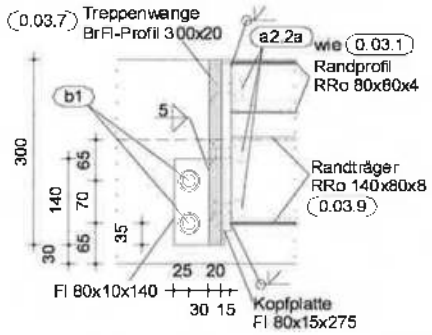
- Anschluss an Wangenträger, siehe Pos. 0.03.8.1, 0.03.8.2

- Wangenanschluss in Deckenebene (Deckenstirn)
Verbindung über angeschweißte Stirnplatte, 2x Verbundanker M16

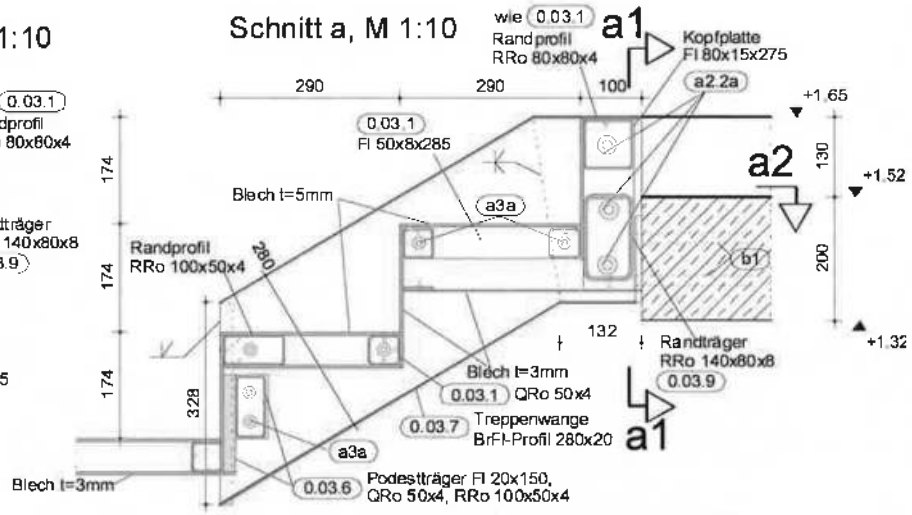
Verbindung mit Randträger siehe Pos. 0.03.9

Geometrie:

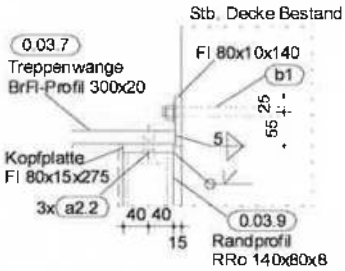
Schnitt a1-a1, M 1:10



Schnitt a, M 1:10



Schnitt a2, M 1:10



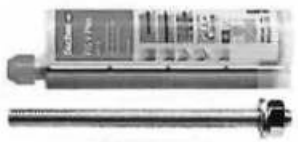
maßgebende Schnittgrößen aus EK1, Knoten 131, 163

$P_{x,d}$ =	11,90 kN
zug. $P_{y,d}$ =	1,33 kN
zug. $P_{z,d}$ =	2,08 kN

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem:	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, Erteilungsdatum 13.11.2020

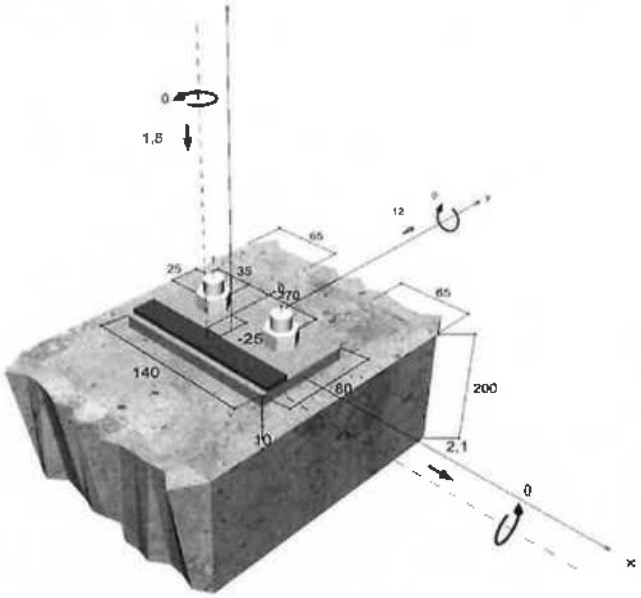


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

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	140 mm x 80 mm x 10 mm
Profiltyp	Flachstahl (140 x 20 (S 235))

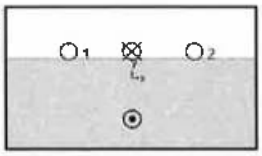
Bemessungslasten *)

#	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	-1,50	2,10	12,00	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	0,04	4,91	1,05	4,80
2	0,04	7,28	1,05	7,20



Max. Betonstauchung :	0,01 ‰
Max. Betondruckspannung :	0,4 N/mm²
Resultierende Zugkraft :	0,08 kN , X/Y Position (0 / 15)
Resultierende Druckkraft :	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	$\beta_{N,s}$ %
126,00	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

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$ Gl. (7.13)

$$N_{Rk,p} = 45{,}24kN \cdot \frac{87.400mm^2}{190.969mm^2} \cdot 0{,}789 \cdot 1{,}098 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 17{,}95kN$$

$$N^0_{Rk,p} = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1{,}00 \cdot \pi \cdot 16mm \cdot 150mm \cdot 6{,}0N/mm^2 = 45{,}24kN$$ Gl. (7.14)

$$\Psi_{sus} = 1{,}00$$ Gl. (7.14a)

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

$$s_{cr,Np} = min\left(7{,}3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr}\right)^{0{,}5} ; 3 \cdot h_{ef}\right)$$ Gl. (7.15)

$$s_{cr,Np} = min\left(7{,}3 \cdot 16mm \cdot \left(1{,}00 \cdot 14{,}0N/mm^2\right)^{0{,}5} ; 3 \cdot 150mm\right) = 437mm$$

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} = \frac{437mm}{2} = 219mm$$ Gl. (7.16)

$$\Psi_{s,Np} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{65mm}{219mm} = 0{,}789 \leq 1$$ Gl. (7.20)

$$\Psi_{g,Np} = \Psi^0_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^0_{g,Np} - 1\right) = 1{,}164 - \sqrt{\frac{70mm}{437mm}} \cdot \left(1{,}164 - 1\right) = 1{,}098 \geq 1$$ Gl. (7.17)

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} \cdot 1\right) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5}$$ Gl. (7.18)

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{2} - \left(\sqrt{2} - 1\right) \cdot \left(\frac{6{,}0N/mm^2}{8{,}4N/mm^2}\right)^{1,5} = 1{,}164 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d}\sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{7{,}7}{3{,}14 \cdot 16mm}\sqrt{150mm \cdot 20{,}0N/mm^2} = 8{,}4N/mm^2$$ Gl. (7.19)

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2c_{c,N}}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.21)

$$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{437mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{437mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

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

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

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \qquad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 63,26kN \cdot \frac{90.000mm^2}{202.500mm^2} \cdot 0,787 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 22,12kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,7 \cdot \sqrt{20,0N/mm^2} \cdot \left(150mm\right)^{1,5} = 63,26kN \qquad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{65mm}{225mm} = 0,787 \leq 1 \qquad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1,000 \qquad \text{Gl. (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 < 1 \qquad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{150mm}} = 1,000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{150mm}} = 1,000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1,00 \geq 1 \qquad \text{Gl. (7.7)}$$

$N_{Rk,c}$ 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

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

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1,00 \cdot 63,00kN = 63,00kN \qquad \text{Gl. (7.30)}$$

$V_{Rk,s}$ 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	8,7	1	$\beta_{Vs:1}$
2	14,4	2	$\beta_{Vs:2}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

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

$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 17{,}31kN = 34{,}62kN$ Gl. (7.35a)

$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$ Gl. (7.13)

$N_{Rk,p} = 45{,}24kN \cdot \frac{87.400mm^2}{190.969mm^2} \cdot 0{,}789 \cdot 1{,}098 \cdot 0{,}965 \cdot 1{,}000 = 17{,}31kN$

$N^0_{Rk,p} = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1{,}00 \cdot \pi \cdot 16mm \cdot 150mm \cdot 6{,}0N/mm^2 = 45.24kN$ Gl. (7.14)

$\Psi_{sus} = 1{,}00$ Gl. (7.14a)

$\alpha_{sus} = 0{,}00 \le \Psi^0_{sus} = 0{,}76$

$s_{cr,Np} = min\left(7{,}3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr}\right)^{0{,}5} ; 3 \cdot h_{ef}\right)$ Gl. (7.16)

$s_{cr,Np} = min\left(7{,}3 \cdot 16mm \cdot \left(1{,}00 \cdot 14{,}0N/mm^2\right)^{0{,}5} ; 3 \cdot 150mm\right) = 437mm$

$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} = \frac{437mm}{2} = 219mm$ Gl. (7.18)

$\Psi_{s,Np} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{65mm}{219mm} = 0{,}789 \le 1$ Gl. (7.20)

$\Psi_{g,Np} = \Psi^0_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^0_{g,Np} - 1\right)$ Gl. (7.17)

$\Psi_{g,Np} = 1{,}164 - \sqrt{\frac{70mm}{437mm}} \cdot \left(1{,}164 - 1\right) = 1{,}098 \ge 1$

$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1\right) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1.5}$ Gl. (7.18)

$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{2} - \left(\sqrt{2} - 1\right) \cdot \left(\frac{6.0N/mm^2}{8.4N/mm^2}\right)^{1.5} = 1.164 \ge 1$

$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{7{,}7}{3{,}14 \cdot 16mm} \sqrt{150mm \cdot 20{,}0N/mm^2} = 8.4N/mm^2$ Gl. (7.19)

$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 0{,}970 \cdot 0{,}995 = 0{,}965 \le 1$ Gl. (7.21)

$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 27mm}{437mm}} = 0{,}970 \le 1 \qquad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 21mm}{437mm}} = 0{,}995 \le 1$

$\Psi_{re,Np} = 1{,}000$ Gl. (7.5)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ 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

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

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

$V_{Rk,c} = 8{,}86kN \cdot \frac{19.013mm^2}{19.013mm^2} \cdot 1.000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}800 \cdot 1.000 \cdot 1{,}000 = 15{,}95kN$

$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$ Gl. (7.41)

$$V_{Rk,c}^{0} = 1{,}7 \cdot \left(16mm\right)^{0{,}152} \cdot \left(150mm\right)^{0{,}076} \cdot \sqrt{20{,}0N/mm^2} \cdot \left(65mm\right)^{1{,}5} = 8{,}86kN$$

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{150mm}{65mm}} = 0{,}152 \qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d}{c_1}\right)^{0{,}2} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{16mm}{65mm}\right)^{0{,}2} = 0{,}076$$ GL. (7.42/7.43)

$$\Psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5c_1} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{98mm}{1{,}5 \cdot 65mm} = 1{,}000 \leq 1$$ GL. (7.45)

$$\Psi_{h,V} = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5c_1}{h}}\right) = max\left(1;\ \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 65mm}{200mm}}\right) = 1{,}000 \geq 1$$ GL. (7.46)

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ \alpha_V\right)^2 + \left(0{,}5 \cdot sin\ \alpha_V\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ 73{,}7\right)^2 + \left(0{,}5 \cdot sin\ 73{,}7\right)^2}} = 1{,}800 \geq 1$$ GL. (7.48)

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2\ e_v}{3\ c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 65mm}} = 1{,}000 \leq 1$$ GL. (7.47)

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

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{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 βN %
Stahlversagen *	0,0
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	0,7
Betonausbruch	0,5

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	14,4
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	52,8
Betonkantenbruch	70,5

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;1} = 0{,}00 \leq 1$$
$$\beta_{V,s} = \beta_{V,s;2} = 0{,}14 \leq 1$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;2}^2 + \beta_{V,s;2}^2 = 0{,}02 \leq 1$$ 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)

Nachweis erfolgreich

Ankerplattendicke

Spannungsverteilung innerhalb der Ankerplatte

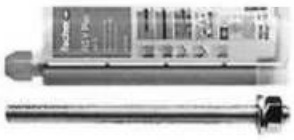
Ankerplattendetails

Ankerplattendicke (FE-Berechnung)	t =	10 mm
Material der Ankerplatte		S 235 (St 37)
E-Modul	E =	210.000 N/mm²
Streckgrenze	$R_{p,0.2}$ =	235 N/mm²
Sicherheitsfaktor	γ_M =	1,0
Querdehnzahl	ν =	0,3
Ausnutzung	η =	0 %
Profiltyp		Flachstahl (140 x 20 (S 235))

Angaben zur Montage

Anker

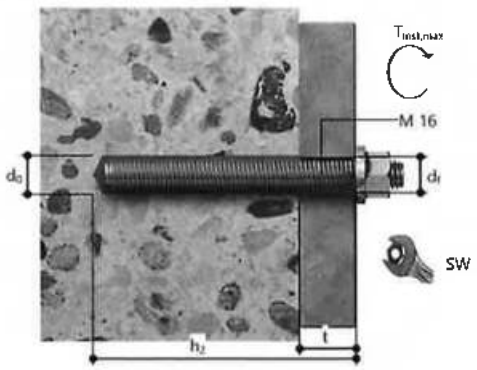
Ankersystem	**fischer Injektionssystem FIS V Plus**	
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S (auch in weiteren Kartuschengrößen verfügbar)	Art.-Nr. 558745
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 200 8.8, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8	Art.-Nr. 517939



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 Hammerbohren mit oder ohne Absaugung	Art.-Nr. 546600
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

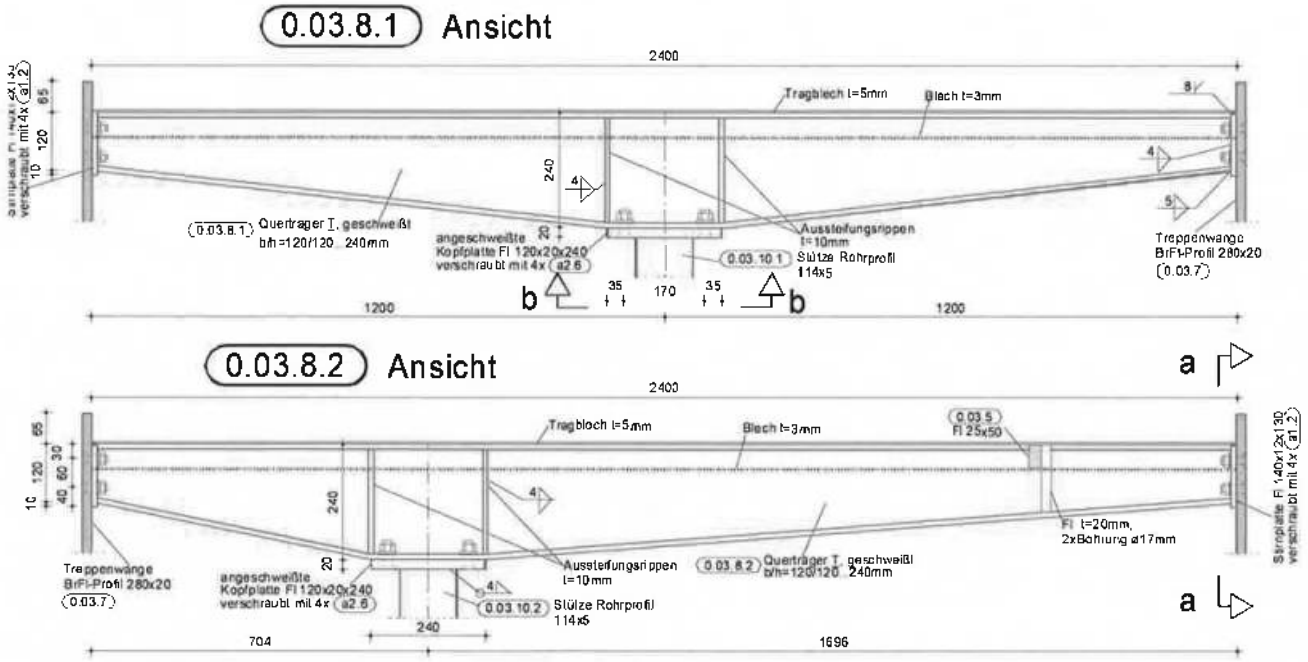
Gewindegröße	M 16
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 18 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 160 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 150 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 150 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	4 x ausblasen, 4 x bürsten, 4 x ausblasen Reinigung des Bohrloches ist nicht notwendig bei Verwendung eines 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 Tfix,max	t_{fix} = 10 mm
Mörtelvolumen je Bohrloch	20 ml/10 Skalenteile



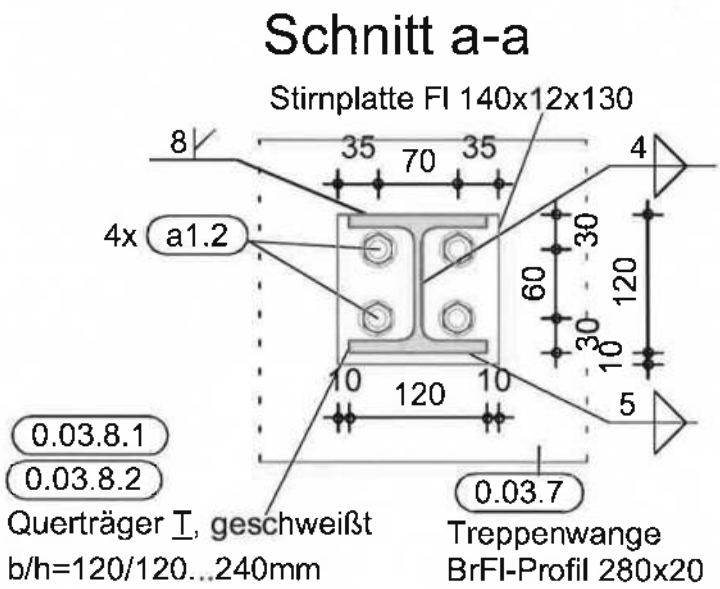
Pos. 0.03.8.1 / 0.08.2 Wangenträger

aus HEB 120 mit h=120...240mm
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

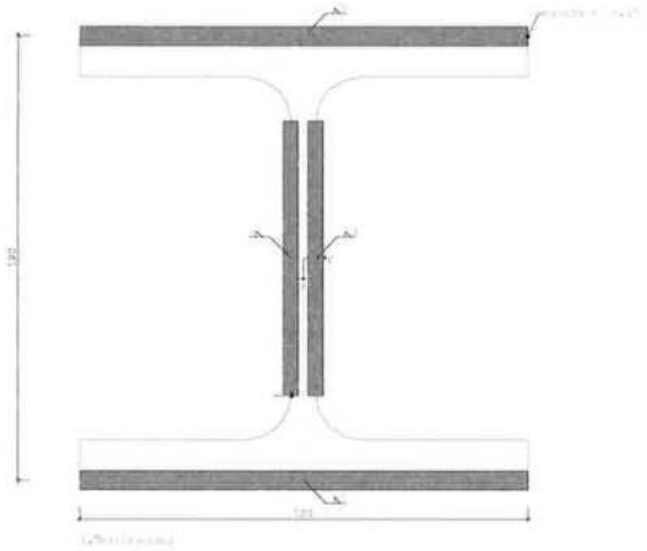
N_d=	1,75 kN
$V_{y,d}$=	0,85 kN
$V_{z,d}$=	43,80 kN
$M_{y,d}$=	-5,20 kNm
$M_{z,d}$=	-1,71 kNm
$M_{T,d}$=	0,11 kNm

(bei geringer Größe hier nicht abgesetzt)

Anschlüsse

an Wangen: mit angeschweißten Stirnplatten Fl 140x12x130,
verschraubt mit je 4x Senkkopfschraube M16 Fkl.8.8

Nachweis Schweißnähte



System

Norm : DIN EN 1993
Profil : HE 120 B
A = 34.00 cm² Iy = 864.0 cm4 Iz = 318.0 cm4
h = 120.0 mm tw = 6.5 mm r = 12.0 mm
b = 120.0 mm tf = 11.0 mm
Blechdicke : t = 12.0 mm
Stahl : S235 fy = 235.0 fu = 360.0 N/mm² γ_{M0} = 1.00
fvw,d = 207.8 N/mm² 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

lw = 74.0 mm aw = 4.0 mm Stegnaht beidseitig
lw = 120.0 mm aw = 5.0 mm Flanschnaht außen

Schweißnahtfläche
Aw = 17.92 cm2
Aw,z = 5.92 cm2
Aw,y = 12.00 cm2

Flächenmomente 2.Grades der Schweißnähte
Iw,y = 459.26 cm4
Iw,z = 144.70 cm4 Iw,yz = 0.00 cm4

Anschlußschnittkräfte γ_F-fach

	Lastfall	Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Mzd[kNm]	Vyd[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]

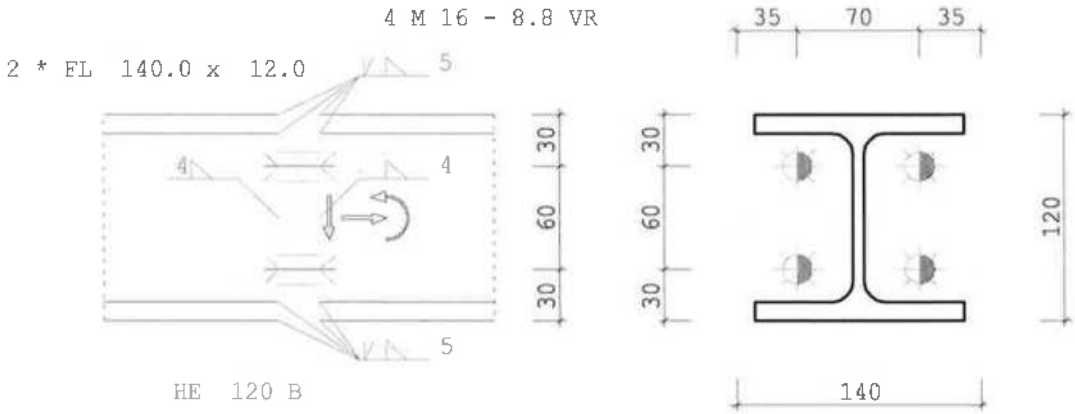
Spannungen an den Schweißnähten										
σ_{wd}	=	139.8	N/mm²	Flanschnaht außen						
$\tau_{wd,Vzd}$	=	43.8	kN / A_{wz}	=	5.9	cm²	=	74.0	N/mm²	
$\tau_{wd,Vyd}$	=	0.9	kN / A_{wy}	=	12.0	cm²	=	0.7	N/mm²	
σ_{wdV}	=	139.8	N/mm²	Flanschnaht außen						
σ_{wd}	=	139.8	N/mm²	/	$\sigma_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm²	η =	0.67 < 1
τ_{wd}	=	74.0	N/mm²	/	$\tau_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm²	η =	0.36 < 1
σ_{wdV}	=	139.8	N/mm²	/	$\sigma_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm²	η =	0.67 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren									
Biegung und Normalkraft									
Fw,Ed,N	=	6.99	kN/cm	=	5.0	mm(aw) *	139.8	N/mm²	
Fw,Rd	=	aw	* fvw,d	=	5.0	mm *	207.8	N/mm²	
Fw,Ed,N	=	6.99	kN/cm	/ Fw,Rd	=	10.39	kN/cm	η =	0.67 < 1
Schubbeanspruchung									
Fw,Ed,Vz	=	43.80	kN						
Fw,Rd	=	Awz * fvw,d		=	592.0	mm² *	207.8	N/mm²	
Fw,Ed,Vz	=	43.80	kN	/ Fw,Rd	=	123.04	kN	η =	0.36 < 1
Fw,Ed,Vy	=	0.85	kN						
Fw,Rd	=	Awy * fvw,d		=	1200.0	mm² *	207.8	N/mm²	
Fw,Ed,Vy	=	0.85	kN	/ Fw,Rd	=	249.42	kN	η =	0.00 < 1
Kombinierte Beanspruchung									
Fw,Ed	=	6.99	kN/cm	=	5.0	mm(aw) *	139.8	N/mm²	
Fw,Rd	=	aw	* fvw,d	=	5.0	mm *	207.8	N/mm²	
Fw,Ed	=	6.99	kN/cm	/ Fw,Rd	=	10.39	kN/cm	η =	0.67 < 1

Nachweis des Profils Querschnittsklasse	1

Nachweis nach (6.1)									
σ_d	=	68.9	N/mm²	/	σ_{Rd}	=	235.0	N/mm²	η = 0.29 < 1
τ_d	=	64.2	N/mm²	/	τ_{Rd}	=	135.7	N/mm²	η = 0.47 < 1
σ_{dV}	=	111.1	N/mm²	/	σ_{Rd}	=	235.0	N/mm²	η = 0.47 < 1

Stirnplatte, Verschraubung



SYSTEM : Träger	HE 120 B				Trägerneigung	0.0 Grad bündige Stirnplatte	
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	fy = 235.00	fu = 360.00	E_Modul = 210000 (N/mm2)
Korrelationsbeiwert für Schweißnähte		βW = 0.80	
Teilsicherheitsbeiwerte	$\gamma M0$ = 1.00	$\gamma M1$ = 1.10	$\gamma M2$ = 1.25

SCHRAUBE : 4 M 16 - 8.8 VR	fybk	fubk	F_Klasse	Fv (N/mm2,kN)
Gewinde in Fuge	64	80	8.8	88

EINWIRKUNG :	Nd	Vzd	Myd (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. N_d= 2.0 kN < 0.05 * $N_{pl,d}$ 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		$Mpl1_{Rd}$*)	$min(Ft_{Rd}, Bt_{Rd})$	
1	1	35.0	35.0	27,2	34.0	mm	8460.00	90.43	kN

*) $Mpl1_{Rd}$ = Mpl_{Rd} / L_{eff} im jeweiligen Fließmuster in Nmm/mm

Schraubenreihen im T-Stummel Nr 1 :
effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

Nr	$l_{eff,einzeln}$	$l_{eff,grp,oben}$	$l_{eff,grp.mitte}$	$l_{eff,grp,unten}$	
2	171.1	-	-	-	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	-	-	-	mm

Steifeneinfluß

Nr	λ1	λ2	α
2	0.4	0.2	7.8

Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen :

Nr	Ft_{Rd}	Versagensmodus
2	159.00 kN	Stirnplatte auf Biegung

Komponenten im Riegel :

Querschnittsklasse	Vpl_{Rd}	Mcl_{Rd}	$Mcl_{Rd,red}$	$FcFb_{Rd}$
1	148.72 kN	38.90	38.90 kNm	356.90 kN

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss :

h,druck	$Ft_{Rd,zug}$	$Fc_{Rd,druck}$
5.50 mm	159.00 kN	159.00 kN

Mas_d	$Ma_{Rd,elastisch}$	**$Ma_{Rd,plastisch}$**	**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		$Mpl1_{Rd}$*)	$min(Ft_{Rd}, Bt_{Rd})$	
1	2	35.0	35.0	27.2	34.0	mm	8460.00	90.43	kN

*) $Mpl1_{Rd}$ = Mpl_{Rd} / L_{eff} im jeweiligen Fließmuster in Nmm/mm

Schraubenreihen im T-Stummel Nr 1 :
effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

Nr	$l_{eff,einzeln}$	$l_{eff,grp,oben}$	$l_{eff,grp.mitte}$	$l_{eff,grp,unten}$	
2	171.1	145.5	-	-	mm
1	171.1	-	-	145.5	mm

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	-	-	mm
1	211.9	-	-	165.5	mm

Steifeneinfluß

Nr	λ1	λ2	α
2	0.4	0.2	7.8
1	0.4	0.2	7.8

Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen :

Nr	Ft_{Rd}	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 = 40.0 kN
Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.

Querkraftbeanspruchung :
wirksame Schraubenreihen

Nr	|- Randabstand e1,platte	-| e2,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	$Fb_{Rd,platte}$	Fv_{Rd}	
1	1.47	162.64	34.45	kN
2	2.32	256.15	34.45	kN

V_{Sd}	**VRd**	η
44.00 kN	**68.90 kN**	**0.64**

Nachweis der Schweißnähte aus Teilschnittgrößen :

Zuggurt (konstruktiv) erf.aw	fvwd	Steg σw	Druckgurt σw
3.0 mm	207.8 N/mm²	85.32 N/mm²	-66.83 N/mm²
		η 0.41	**η 0.32**

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung :
zusätzliche Normalkraft Nd bis max.5% Npld vom Träger berücksichtigt

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Nr	k3	k5l	k5r	k10	
2	0.000	13.184	13.184	5.775	mm

keq	zeq	Sj,ini	Sj,n	
3.078	84.5 mm	4615.57	1538.52	kNm/rad

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2) Querschnittklassse **1**

Nd	=	2.0 kN	/ NRd	=	799.0 kN	Nd/NRd	= 0.00
Vzd	=	44.0 kN	/ VzRd	=	148.6 kN	Vzd/VzRd	= 0.30
Myd	=	-6.0 kN	/ MyRd	=	38.9 kNm	Myd/MyRd	= 0.15
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
$f_{y,k}$ =	TAB("EC3_de/mat"; f_{yk}; ID=Stahl)	=	235,00 N/mm²
$f_{u,k}$ =	TAB("EC3_de/mat"; f_{uk}; ID=Stahl)	=	360,00 N/mm²

Teilsicherheitsbeiwerte:
γ_{M0} = 1,00
γ_{M2} = 1,25

Schraubenkräfte:
$F_{t,Ed}$= $ABS(N_d)/n+ABS(M_{y,d})*10^3/(n_1* p_1)+ABS(M_{z,d})*10^3/(n_1* p_2)$ = 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

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = \underline{\mathbf{0,88 < 1}}$$

Grenzabscherkraft der Schrauben:

$F_{v,Rd}$ = 60,30 kN

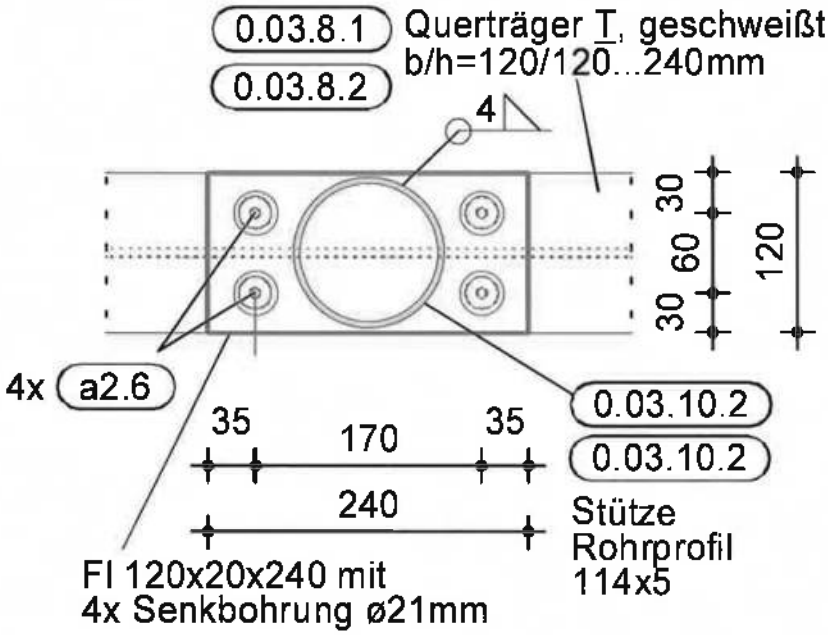
$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}$ = **0,18 < 1**

Nachweis für kombinierte Beanspruchung:

$\frac{F_{t,Ed}}{1,4*F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}$ = **0,81 ≤ 1**

Lasteinleitung in Stützen

Geometrie, Untersicht Träger:



extremale Schnittgrößen am Anschluss an Stützen, aus EK1

N_d= 1,75 kN

$V_{z,d}$= 47,80 kN

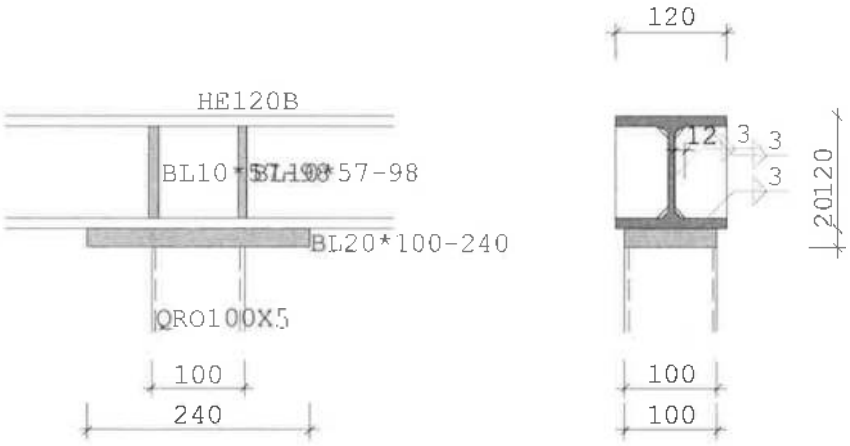
$M_{y,d}$= -58,87 kNm

$V_{y,d}$= 0,85 kN

$M_{z,d}$= -1,49 kNm

(Vy, Mz 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	QRO100X5						
Platte	Länge/Breite/Höhe	=	240.0 /	100.0 /	20.0	mm	
Stahl	S235	f_{yk} =	235.0 N/mm²	f_{uk} =	360.0 N/mm²	γ_{M0} =	1.00
		$f_{vw,d}$ =	207.8 N/mm²	β_w =	0.80	γ_{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	
					η =	0.52	

Kraft pro Rippe	vertikal :		horizontal :	
	F1 =	16.82 kN	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 mm²				
Spannungen		$\sigma_{wd,1}$ =	62.6 N/mm²	$\tau_{wd,1}$ =		22.0 N/mm²	
Vergleichsspannung		$\sigma_{wd,V,1}$ =	66.4 N/mm²				
Nachweis		σ_{wd} =	66.4 N/mm² /	f_{vwd} =		207.8 N/mm²	
					η =	0.32 < 1	

Doppelkehlnaht am Steg (Index 2) :

Geometrie	Dicke	aw2 =	3.0 mm				
	Länge	lw2 =	74.0 mm				
	Fläche	Aw2 =	444.0 mm²				
Spannungen		$\tau_{wd,2}$ =	37.9 N/mm²				
Nachweis		σ_{wd} =	37.9 N/mm² /	f_{vwd} =		207.8 N/mm²	
					η =	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 mm²				
Spannungen		$\tau_{wd,3}$ =	22.0 N/mm²				
Nachweis		σ_{wd} =	22.0 N/mm² /	f_{vwd} =		207.8 N/mm²	
					η =	0.11 < 1	

Spannung am Ausrundungsbeginn des Trägerstegs unten :

σ_{dz} = Fd - 4*F1 / (	191.5 mm *	6.5 mm)	=	-26.29 N/mm²			
Nachweis		σ_d =	26.3 N/mm² /	f_{yd} =		235.0 N/mm²	
					η =	0.11 < 1	

Nachweis der Kontaktpressung an der Platte

σ_d = Fd / (	42.5 mm *	75.0 mm)	=	-31.34 N/mm²			
Nachweis		σ_d =	31.3 N/mm² /	f_{yd} =		235.0 N/mm²	
					η =	0.13 < 1	

Nachweis der umlaufenden Kehlnaht aw =		5.0 mm	Platte - Stütze
Nachweis	σ_{wd} =	53.2 N/mm² / f_{vwd} =	207.8 N/mm²
		η =	0.26 < 1

max η = 0.52 <= 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/mm²

Material:

Stahl =	GEW("EC3_de/mat"; ID;)	=	S 235
$f_{y,k}$ =	TAB("EC3_de/mat"; f_{yk}; ID=Stahl)	=	235,00 N/mm²
$f_{u,k}$ =	TAB("EC3_de/mat"; f_{uk}; ID=Stahl)	=	360,00 N/mm²

Teilsicherheitsbeiwerte:
γ_{M0} = 1,00
γ_{M2} = 1,25

Schraubenkräfte:
Annahme Biegung duch Kräftepaar in Schraubenachse übertragen

$F_{t,Ed}$= $ABS(M_{z,d})*10^3/(n_1* p_1)+ABS(M_{y,d})*10^3/(n_1* p_2)$ = 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

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$ = **0,06 < 1**

Grenzabscherkraft der Schrauben:

$F_{v,Rd}$ = 94,10 kN

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}$ = **0,00 < 1**

Nachweis für kombinierte Beanspruchung:

$\frac{F_{t,Ed}}{1,4 * F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}$ = **0,04 ≤ 1**

Nachweis Kopfplatte Stütze
Fl 120x20x240

Plattendicke, t_1= 2,00 cm
mitwirkende Breite
b_1= 12,00 cm
W_{y1}= $t_1^2 * b_1/6$ = 8,00 cm³
Abstand Schraubenache - Stützenachse
$e_{1.1}$= 9,00 cm

Material:

$f_{y,k}$ = TAB("EC3_de/mat"; f_{yk}; ID=Stahl) = 235,00 N/mm²
γ_{M0} = 1,00
$f_{y,Rd}$ = $10^{-1} * f_{y,k} / \gamma_{M0}$ = 23,50 kN/cm²

Einspannmoment am Anschluss
M_{d1}= $n_1 * F_{t,Ed} * e_{1.1}$ = 97,92 kNcm

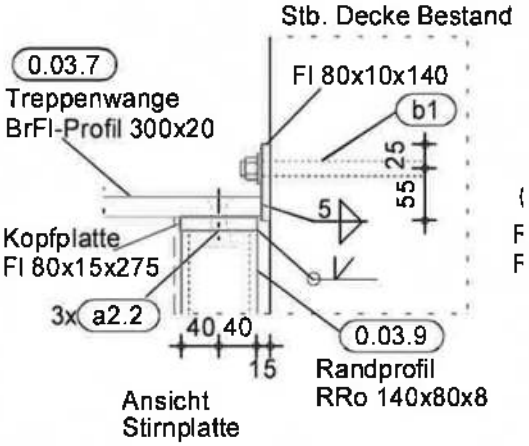
Nachweis
$f_{y,d}$ = ABS(M_{d1}) / W_{y1} = 12,24 kN/cm²
$f_{y,d} / f_{y,Rd}$ = **0,52 < 1**

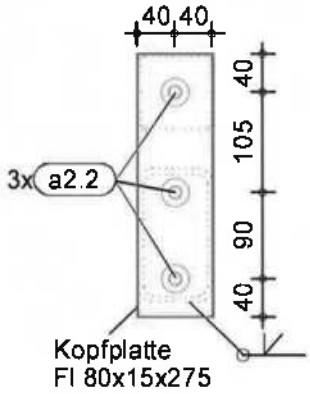
Pos. 0.03.9 Randträger am Treppenaustritt

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

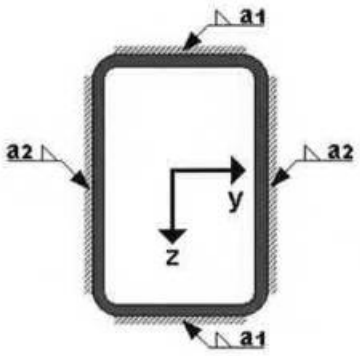
N_d=	7,35 kN
$V_{y,d}$=	1,94 kN
$V_{z,d}$=	24,14 kN
$M_{y,d}$=	2,28 kNm
$M_{z,d}$=	1,11 kNm
$M_{T,d}$=	13,34 kNm

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
β W = 0,80
fu = 360,00 N/mm²
fy = 235,00 N/mm²
γ M2 = 1,25 [-]



Schweißnähte:

a1 = 5,0 mm, La1 = 56,0 mm (min.a1 = 3,0 mm)
a2 = 5,0 mm, La2 = 96,0 mm (min.a2 = 3,0 mm)

Belastung:

NEd = 8,000 kN (Druckkraft = negativ)
MyEd = -2,000 kNm
MzEd = 1,200 kNm
VzEd = 25,000 kN
VyEd = 2,000 kN
MTEd = 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
Iy,W = 275,33 cm^4
Iz,W = 168,23 cm^4
WT,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.Fw,Ed = 7,94 kN/cm
Fw,Rd = 10,39 kN/cm

Naht 2: max.N_|_,Ed = 3,43 kN/cm
max.V||,Ed = 1,30 kN/cm
max.Fw,Ed = 3,67 kN/cm
Fw,Rd = 10,39 kN/cm

--> maximale Ausnutzung eta = 0,76 <= 1,00 (an Naht Nummer 1)

min. Plattendicke t_p =	15,0 mm	
Schraubenabstand e_1 =	40,0 mm	
Schraubenabstand $p_{1,i}$ =		90,0 mm
Schraubenabstand $p_{1,i}$ =		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∅ d =	32,8 mm
Loch∅ 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/mm²
f_u =	TAB("EC3_de/mat"; f_{uk}; ID=Stahl)	=	360,00 N/mm²

Hülse Hohlraumverbinder

$f_{u,b}$ = 430,00 N/mm²

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

$F_{t,Ed}$ = ABS(N_d)/n+ABS($M_{y,d}$)*10³/(n_1* z_1)+ABS($M_{z,d}$)*10³/(n_1* y_1)= 41,60 kN

$F_{A,Ed}$ = √($V_{y,d}$²+$V_{z,d}$²)/n+ $M_{T,d}$*10³/ (n_1*z_2) = 74,77 kN

Lochleibung:

α_b = $MIN(\frac{e_1}{3*d_0}; \frac{p_1}{3*d_0}-\frac{1}{4}; \frac{f_{u,b}}{f_u}; 1{,}0)$ = 0,40

k_1 = $MIN(2{,}8*\frac{e_2}{d_0}-1{,}7; 1{,}4*\frac{p_1}{d_0}-1{,}7; 2{,}5)$ = 1,69

$F_{b,Rd}$ = $k_1 * \alpha_b * d * t_p * f_u / \gamma_{M2} / 1000$ = 95,79 kN

$\frac{F_{A,Ed}}{F_{b,Rd}}$ = **0,78 < 1**

Abscheren:

$F_{v,Rd}$ = 168,80 kN

$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}}$ = **0,44 < 1**

Zug:

$F_{t,Rd}$ = 99,20 kN

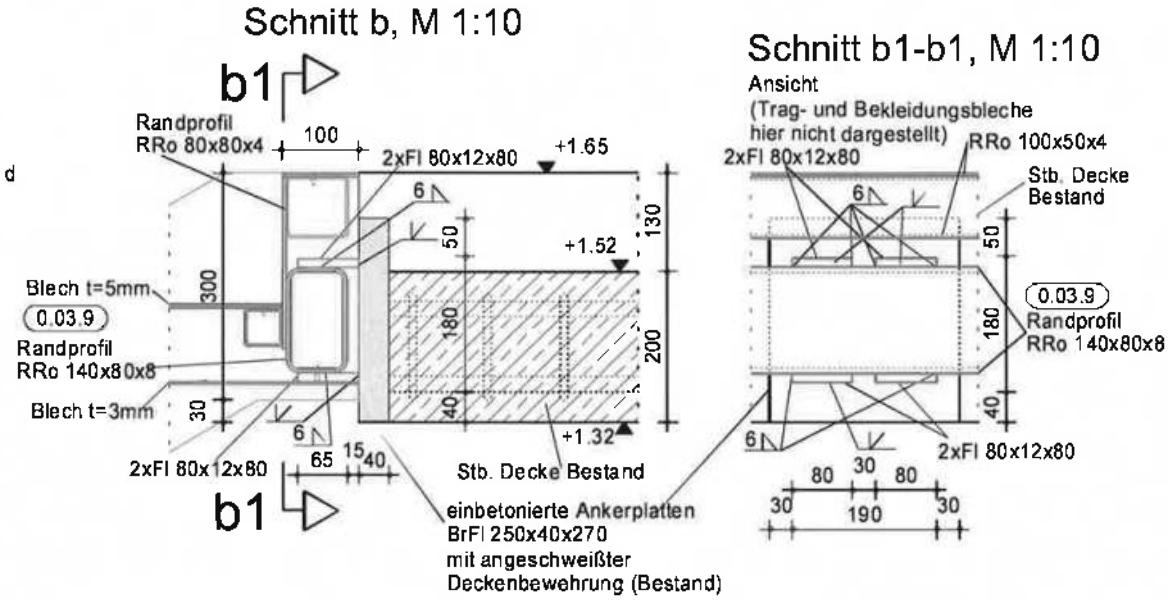
$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$ = **0,42 < 1**

Zug + Abscheren:

$\frac{F_{A,Ed}}{F_{v,Rd}}+\frac{F_{t,Ed}}{1{,}4*F_{t,Rd}}$ = **0,74 < 1**

- an Deckenstirn: mit angeschweißten Laschen Fl 80x12,
  Schweißverbindung an vorhandene einbetonierte Stirnplatten (BrFl 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 Fl 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/cm²
f_u =	36,00 kN/cm²
γ_{M0} =	1,00
γ_{M2} =	1,25

Schweißnaht Lasche - Randträger:
Nachweis mit beidseitig Kehlnaht
Anzahl der Nähte je Seite (oben_unten), n_1= 2*2 = 4
zum Nachweis angesetzt
Nachweis a_{w1} = 0,40 cm
Nahtlänge l_{w1} = 4,00 cm
A_{w1} = $a_{w1} * l_{w1}$ = 1,60 cm²

β_w = 0,80

$$f_{vw,d} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} = 20{,}78 \text{ kN/cm}^2$$

F_{w,Rd_1} = $f_{vw,d} * a_{w1}$ = 8,31 kN/cm

Kraftresultierende Schweißnaht:

V_{II,Ed_1} = $P_{y,d} / (2*n_1*l_{w1})+F_{y,1d}/(n_1* l_{w1})$ = 6,35 kN/cm

N_{se,Ed_1} = $P_{z,d} / (2*n_1*l_{w1})$ = 0,79 kN/cm

V_{se,Ed_1} = $P_{x,d} / (2*n_1*l_{w1})$ = 0,37 kN/cm

F_{w,Ed_1} = $\sqrt{(V_{II,Ed_1}^2+N_{se,Ed_1}^2+V_{se,Ed_1}^2)}$ = 6,41 kN/m

Nachweis:

$F_{w,Ed_1} / F_{w,Rd_1}$ = **0,77 < 1**

Biegung Laschen Fl 80x8 am Anschluss Ankerplatte

Anzahl der Laschen, n_L= 4

t_L = 1,20 cm

b_L = 8,00 cm

A_L = $t_L * b_L$ = 9,60 cm²

Abstand Achse RRo - Anschlussplatte, e_1= 4+1,5 = 5,5 cm

Biegebeanspruchung Laschen am Anschluss an Ankerplatte aus Außermitte,

Abstand Achse RRo - Anschlussplatte, e_1= 4+1,5 = 5,5 cm

$M_{y1,d}$ = $P_{z,d}*e_1/n_L$ = 34,77 kNcm

$M_{z1,d}$ = $P_{x,d}*e_1/n_L$ = 16,49 kNcm

$W_{y,L}$ = $t_L^{2*} b_L / 6$ = 1,92 cm³

$W_{z,L}$ = $t_L * b_L^2 / 6$ = 12,80 cm³

Beanspruchbarkeit je Lasche

$M_{y,c,Rd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} * W_{y,L}$ = 45,12 kNcm

$M_{z,c,Rd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} * W_{z,L}$ = 300,80 kNcm

Nachweis Biegebeanspruchung Laschenprofile:

in vereinfachender Weise für QK3, Beanspr. aus N hier vernachlässigt

$(M_{y1,d}/ M_{y,c,Rd})^2 + (M_{z1,d}/ M_{z,c,Rd})^2$ = 0,60 < 1,0

Schweißnähte Laschen - Ankerplatte, Nachweis mit a_W=10mm

Anzahl der Laschen je Seite , n_2= 2

a_{w2} = 1,00 cm

Nahtlänge l_{w2} = 8,00 cm

A_w = $a_{w2} * l_{w2}$ = 8,00 cm²

F_{w,Rd_2} = $f_{vw,d} * a_{w2}$ = 20,78 kN/cm

Kraftresultierende Schweißnaht:

$N_{se,Ed_2} = P_{y,d} / (2*n_2*l_{w2}) + F_{y,1d}/(n_2* l_{w2})$ = 6,35 kN/cm

$V_{se,Ed_2} = P_{z,d} / (2*n_2*l_{w2})$ = 0,79 kN/cm

$V_{II,Ed_2} = P_{x,d} / (2*n_2*l_{w2})$ = 0,37 kN/cm

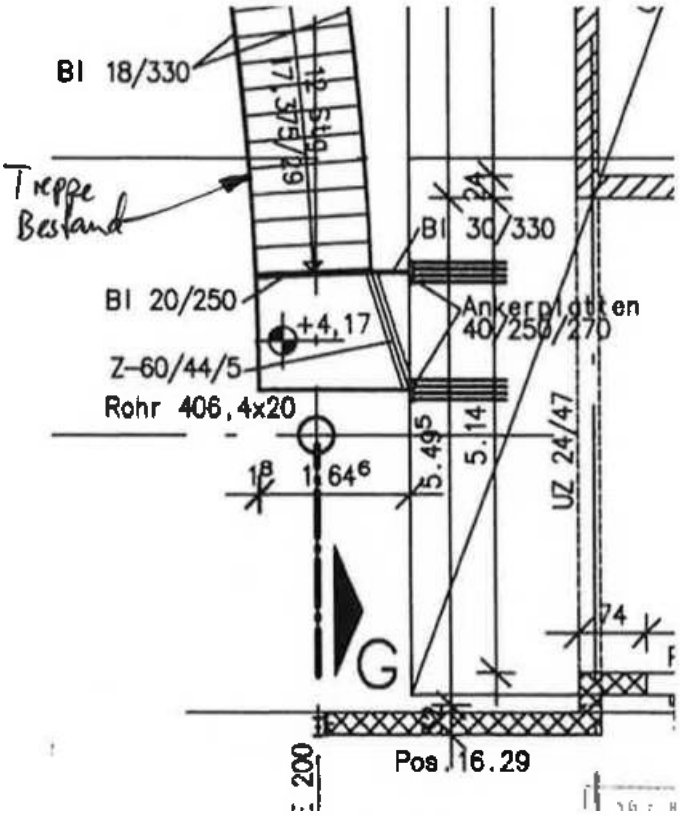
$F_{w,Ed_2} = \sqrt{(V_{II,Ed_2}^2 + N_{se,Ed_2}^2 + V_{se,Ed_2}^2)}$ = 6,41 kN/m

Nachweis:

$F_{w,Ed_2} / F_{w,Rd_2}$ = **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 kN
Hy = 21,23 kN
Hx = 30,79 kN (Zug)
My = 54,77 kNm
Mz = -1,5 kNm
am Knoten 1
V = -26,37 kN
Hy = 56,05 kN
Hx = 44,73 kN (Druck)
My = -12,86 kNm

extremale

V_{d_Best}=	62,67 kN
H_{y,d_Best}=	56,05 kN
H_{x1,d_Best}=	-30,79 kN (Zug)
H_{x2,d_Best}=	44,73 kN (Druck))
M_{y,d_Best}=	54,77 kNm

extremale Anschlussreaktionen aus geplanter Treppe, Kn. 150,158

$P_{x,d}$=	11,99 kN
$P_{y,d}$=	2,20 kN
$P_{z,d}$=	25,29 kN
$M_{x,d}$=	14,07 kNm

Nachweis:

$P_{z,d}$/ V_{d_Best}	=	**0,40 < 1,0**
$P_{y,d}$/ (MAX(ABS(H_{x1,d_Best};H_{x2,d_Best})))	=	**0,07 < 1,0**
$P_{x,d}$/ H_{y,d_Best}	=	**0,21 < 1,0**
$M_{x,d}$/ M_{y,d_Best}	=	**0,26 < 1,0**

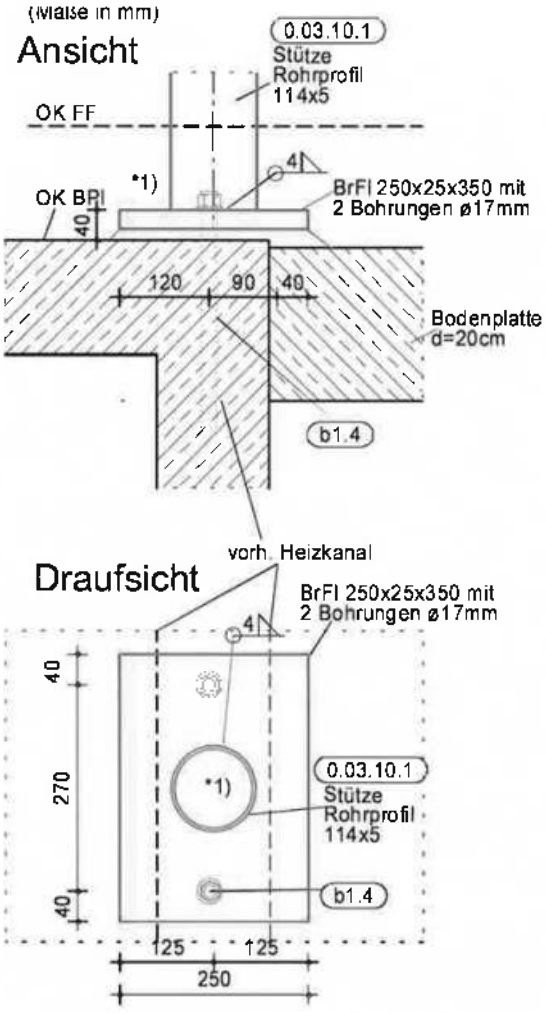
Pos. 0.03.10.1 Stütze, Ro 114,3x5

Stab 102

Spannungs- und Stabilitätszsnachweis durch Stabwerksprogramm, siehe EDV- Berechnung, Anlage H1

Knicklänge s_k= 2,40 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
Mx,My,Mz= 3,0kNm

Verankerung mit 2x Verbundanker M16 auf Bodenpaltte/ Seitenwand Lüftungskanal Bestand

Bemessungsgrundlagen

Anker

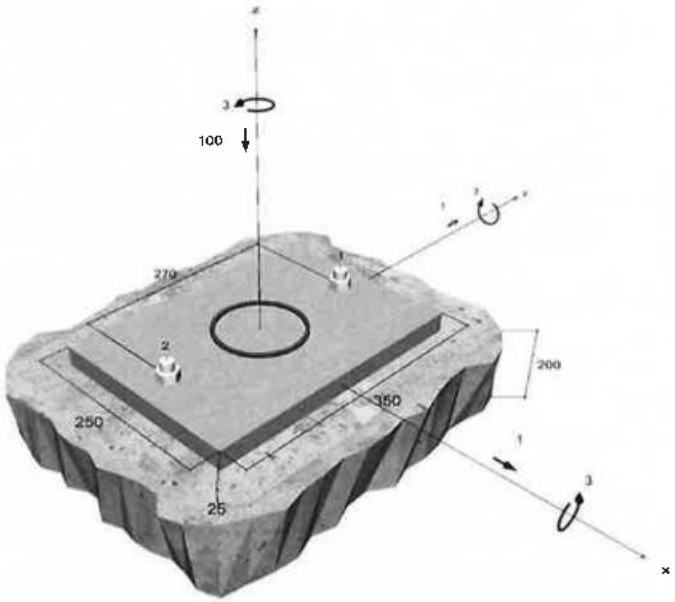
Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 175 8.8, galvanisch verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8
Rechnerische Verankerungstiefe	120 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung 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)

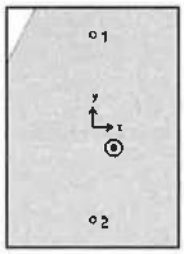
Bemessungslasten *)

#	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

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

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 63{,}00kN = 63{,}00kN$$ Gl. (7.35) (7.38)

$V_{Rk,s}$ 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	$\beta_{Vs;1}$
2	23,1	2	$\beta_{Vs;2}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

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

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 31{,}67kN = 63{,}33kN$$ Gl. (7.39c)

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np}$$ Gl. (7.13)

$$N_{Rk,p} = 36{,}19kN \cdot \frac{113.400mm^2}{129.600mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 31{,}67kN$$

$$N^0_{Rk,p} = \Psi_{uncr} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1{,}00 \cdot \pi \cdot 16mm \cdot 120mm \cdot 6{,}0N/mm^2 = 36.19kN$$ Gl. (7.14)

$$\Psi_{aus} = 1{,}00$$ Gl. (7.14a)

$$\alpha_{aus} = 0{,}00 \leq \Psi^{0}_{aus} = 0{,}76$$

$$s_{cr,Np} = min\left(7{,}3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{aus} \cdot \tau_{Rk,ucr}\right)^{0{,}5};\ 3 \cdot h_{ef}\right)$$ Gl. (7.15)

Gl. (7.16)

$$\Psi_{s,Np} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{\infty}{180mm}\right) = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.20)

$$\Psi_{g,Np} = max\left(1;\ \Psi^{0}_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^{0}_{g,Np} - 1\right)\right)$$ Gl. (7.17)

$$\Psi_{g,Np} = max\left(1;\ 1{,}000 \cdot \sqrt{\frac{0mm}{360mm}} \cdot \left(1{,}000 - 1\right)\right) = 1{,}000 \geq 1$$

$$\Psi^{0}_{g,Np} = max\left(1;\ \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1\right) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1{,}5}\right)$$ Gl. (7.18)

$$\Psi^{0}_{g,Np} = max\left(1;\ \sqrt{1} \quad \left(\sqrt{1} - 1\right) \cdot \left(\frac{6{,}0N/mm^2}{7{,}5N/mm^2}\right)^{1{,}5}\right) \rightarrow 1{,}000 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d}\sqrt{h_{ef} \cdot \tilde{f}_{ck}} \quad \frac{7{,}7}{3{,}14 \cdot 16mm}\sqrt{120mm \cdot 20{,}0N/mm^2} = 7{,}5N/mm^2$$ Gl. (7.19)

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npr} \cdot \Psi_{ec,Npg} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1$$ Gl. (7.21)

$$\Psi_{ec,Npr} = 1{,}000$$ Gl. (7.5)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ 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 Querbelastung

$$\beta_V = \beta_{V,cp;1} = 0{,}28 \leq 1$$ **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

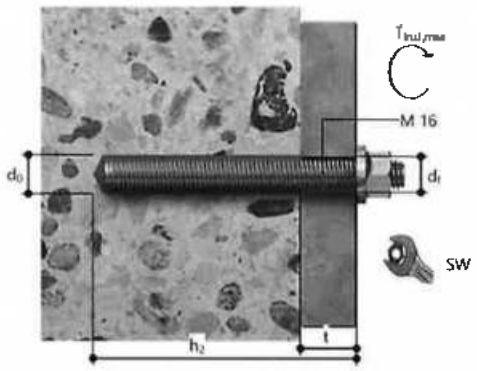
Anker

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	Art.-Nr. 545853
	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
	SDS Plus-V II 18/150/200	Art.-Nr. 531836
	oder alternativ	
	FHD 18/320/450 Hammerbohren mit oder ohne Absaugung	Art.-Nr. 546600
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 mm
Bohrlochtiefe	h_2 = 145 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 120 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 120 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 = 25 mm
Gesamte Befestigungsdicke Tfix,max	t_{fix} = 25 mm
Mörtelvolumen je Bohrloch	18 ml/9 Skalenteile



Anschluss am Stützenkopf an Wangenträger mit angeschweißter, verschraubter Kopfplatte
Nachweis siehe Pos. 0.03.8.1

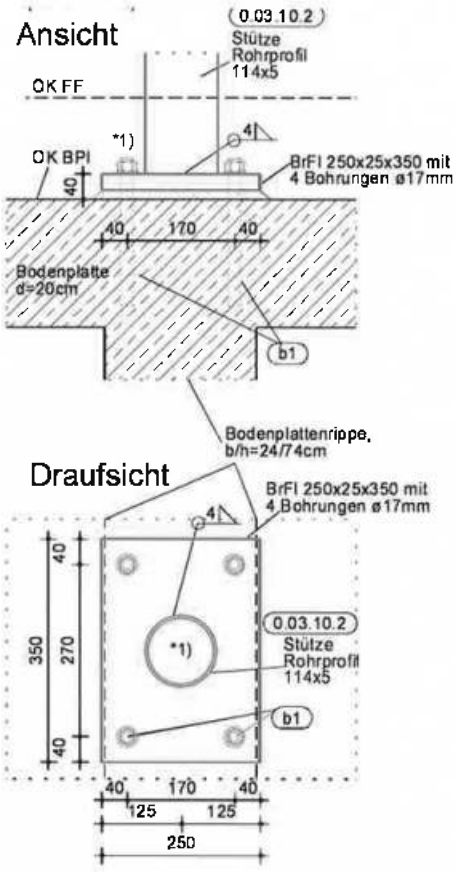
Pos. 0.03.10.2 Stütze, Ro 114,3x5

Stab 187

Spannungs- und Stabilitätszsnachweis 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

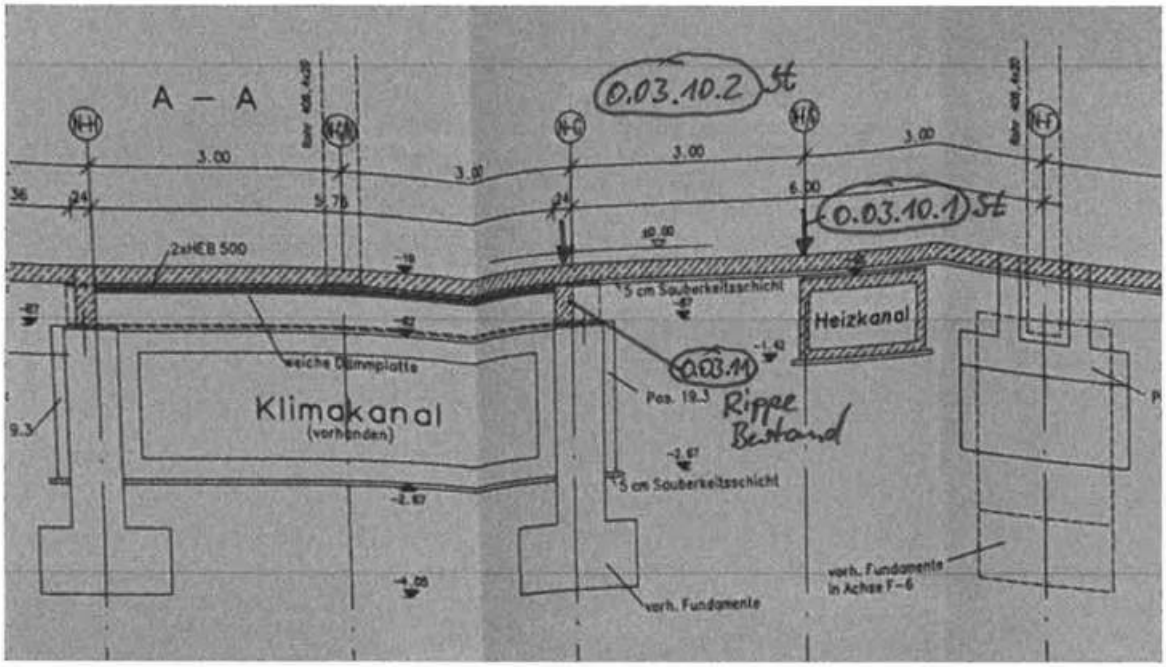
Verankerung mit 4x Verbundanker M16 auf Bodenplatten (Verstärkungsrippe) Bestand bei geringer Beanspruchung wie Pos. 0.03.10.1

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

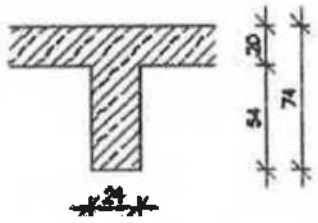
Zur Ablastung der Bodenplatte im Bereich über dem Klimakanal wurden im Zuge des Foyerneubaus (ca. 2002) Verstärkungsrippen eingebaut.
Diese lasten auf den vorhandenen Einzelfundamenten ab und sind im Bereich zwischen diesen elastisch gebettet. Siehe auch Anlage H2-12 ff.

Querschnitt

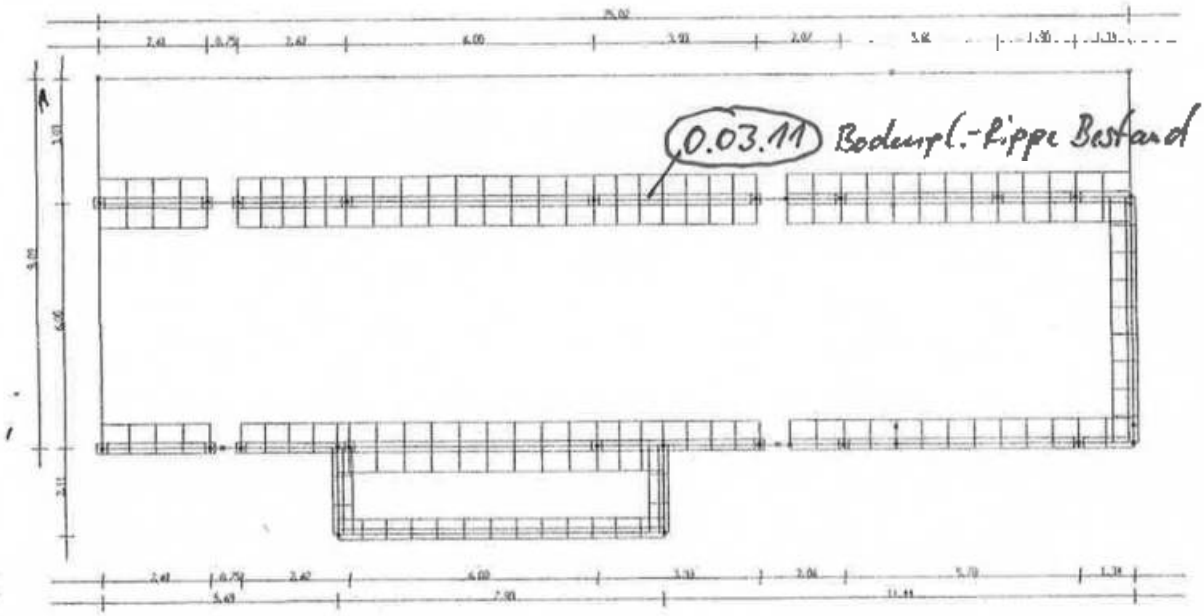


Querschnitt

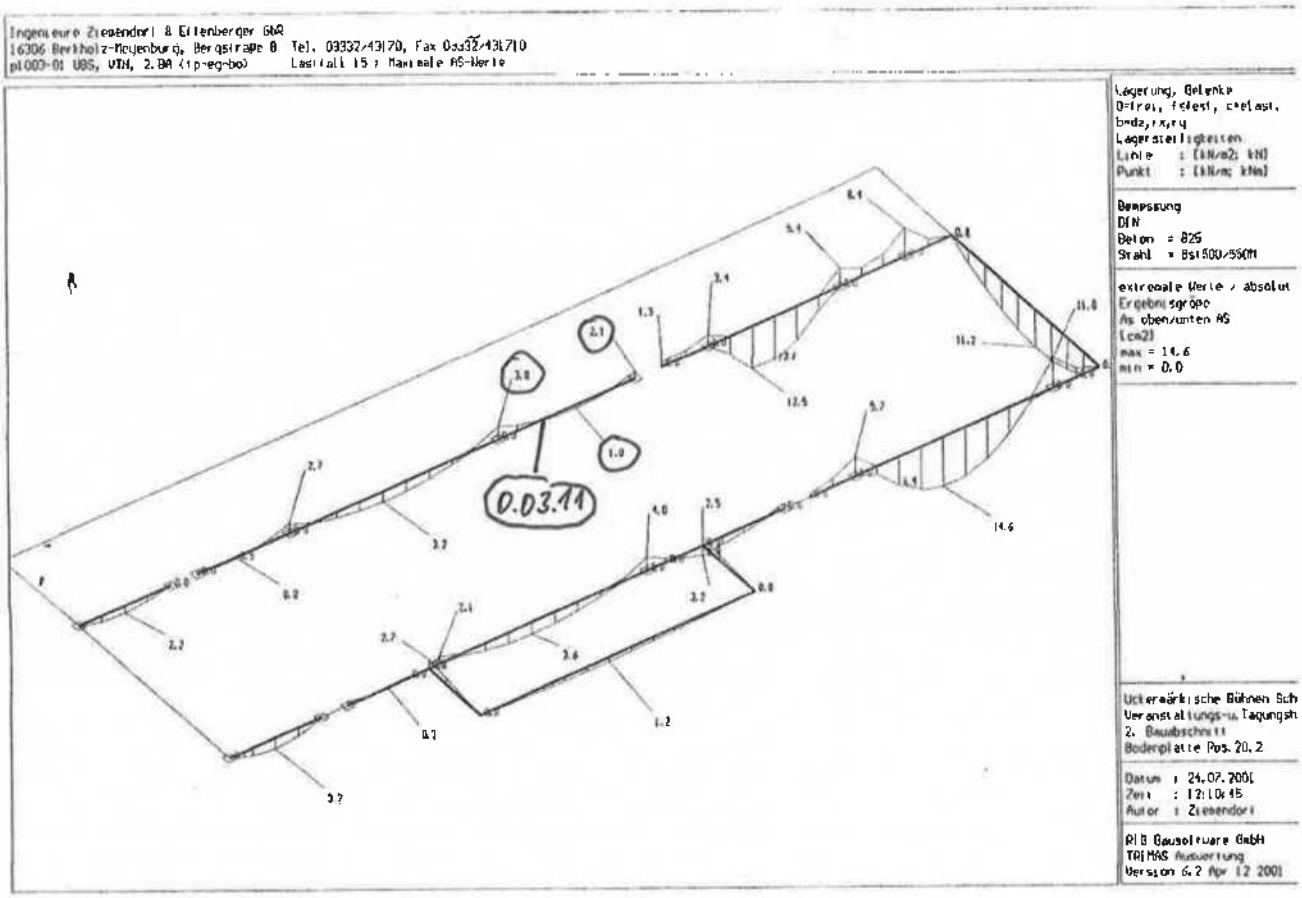
Balkenquerschnitte:
Stützbalken auf den Fundamenten



aus Bestandsstatik
- System

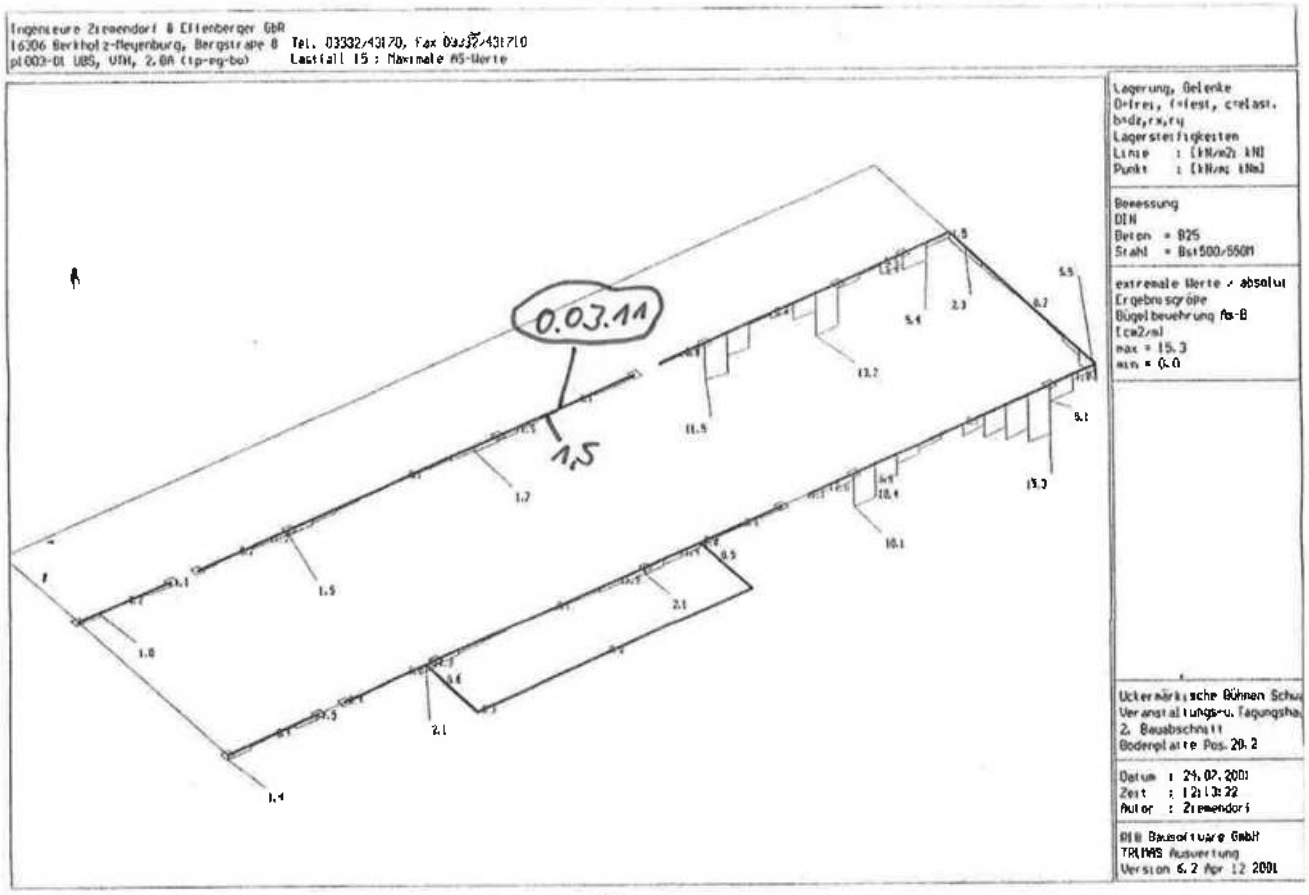


erf. Bewehrung gemäß Bestandsstatik
- Biegewehrung erf As u/o



erf. $A_{S_Stütze_1}$=	3,8 cm²
erf. $A_{S_Stütze_2}$=	2,1 cm²
erf. A_{S_Feld}=	1,0 cm²

- Schubbewehrung



erf. A_{S_Bgl}= 1,5 cm²/m

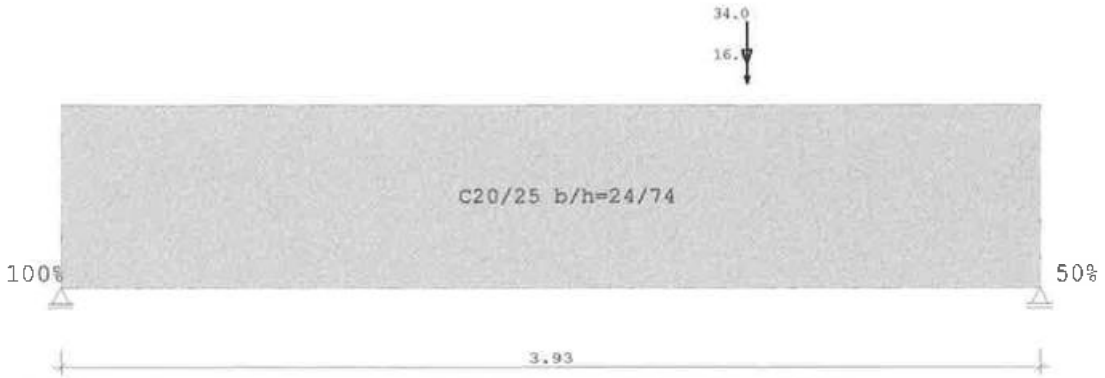
vorh. Bewehrung, sh. Auszüge Bestandsstatik
Längs:
- obere Bew., über Fundamentauflagern 3+2 ø12
vorh. $A_{S_Stütze_1}$= 5,7 cm²
vorh. $A_{S_Stütze_2}$= 5,7 cm²

- untere Bewehrung Feld 2 ø12+4ø14
vorh. A_{S_Feld}= 2,26+6,16 = 8,4 cm²

- Schubbewehrung ø10-15. n=2
vorh. $A_{S_Bgl.}$= 2*3,35 = 6,7 cm²

zusätzliche Beanspruchung aus Pos. 0.03.10.2, Stütze. Kn. 144
aus LF1, G= 15,44 kN
aus LK2, Q= 48,83-G = 33,39 kN

System mit ls=3,93m Endeinspannung (100%/50%), C20/25, BSt 500S



Stahlbetonträger C20/25 E = 24870 N/mm2 DIN 1045-1:2001

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	3.93	konstant			24.0	74.0		

Stützeneinspannung an den Endauflagern

links : 100.0 %
rechts : 50.0 %

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

Feld	Typ	EG	Gr	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	komb
1	0.00	-20.65	0.00	17.12	17.12	5.48	2
2	-12.38	0.00	-32.88	0.00	32.88	10.52	1

Auflagerkräfte (kN)

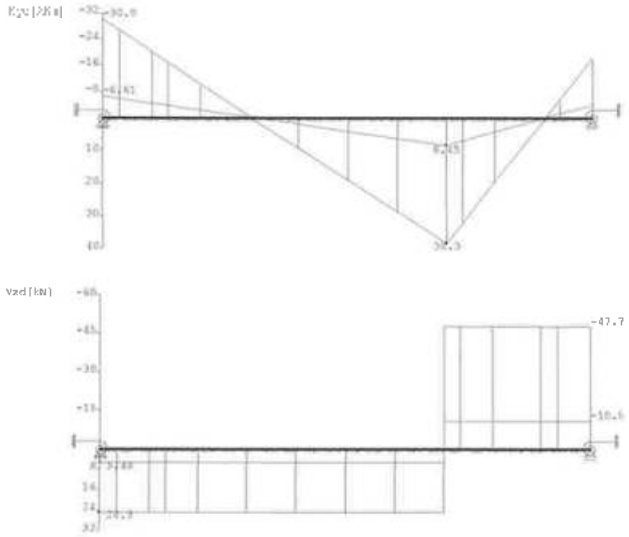
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	5.48	11.64	0.00	17.12	17.12	5.48
2	10.52	22.36	0.00	32.88	32.88	10.52
Summe:	16.00	34.00	0.00	50.00	50.00	16.00

Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert γG = 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: cv = 3.5 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 5.1 cm dB = 10 dS = 12
du = 5.2 cm dB = 10 dS = 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: ϕ = 3.57 ε_{cs} = 0.58 ‰ h0 = 22.50 cm

Alle Auflager gleich : Schneidenlager

Mindestmomente nach DIN 1045-1 13.1.1 fctm = 2.21 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
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 * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Stützbewehrung

Stütze Nr.	x (m)	Myd (kNm)	Bem. Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)		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 (cm2/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 Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

$erf.A_{S_Stütze_1_Zusatz}$= 1,6 cm²
$erf.A_{S_Stütze_2_Zusatz}$= 1,6 cm²
$erf.A_{S_Feld_Zusatz}$= 1,6 cm²
$erf.A_{S_Bgl_Zusatz}$= 1,7 cm²/m

Nachweis erf./ vorh. Bewehrung

$(erf.A_{S_Stütze_1}+erf.A_{S_Stütze_1_Zusatz})/vorh.A_{S_Stütze_1}$ = 0,95 < 1,0
$(erf.A_{S_Stütze_2}+erf.A_{S_Stütze_2_Zusatz})/vorh.A_{S_Stütze_2}$ = 0,65 < 1,0
$(erf.A_{S_Feld}+erf.A_{S_Feld_Zusatz})/vorh.A_{S_Feld}$ = 0,31 < 1,0

$(erf.A_{S_Bgl}+erf.A_{S_Bgl_Zusatz})/vorh.A_{S_Bgl}$ = 0,30 < 1,0

0.04.1 Sturzträger Bestand

Achse 5'/1-2, Herstellung neuer Wandöffnung bis UK Bestandsunterzug
Öffnungslänge mit b=2,02m

gemäß Schalplan Bestand
Stahlbeton C300 mit b/h=50/60cm

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

Stützweite l_s= 1,97+2*0,20/3 = 2,10 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
Pos. 16.26, g= 84,99 kN/m

Nutzlast
Pos. 16.26, p= 20,63 kN/m

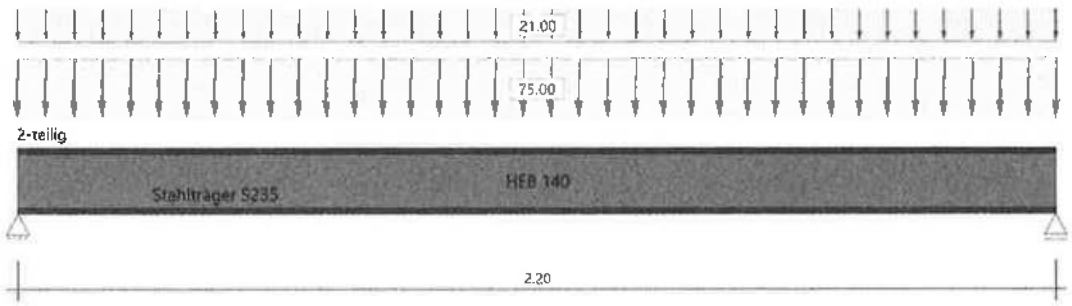
Eigenlast an UK Sturz durch Abzug der Wandlast mit h=2,0m
g_1= g- 2,0*5,4 = 74,19 kN/m

3 Nachweise, mit ls=2,2m

Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

			E_k =	210000	N/mm²	G_k = 80769 N/mm²
			γ =	78.50	kN/m³	μ = 0.30
						βw = 0.80
Streckgrenze	t ≤	40	mm			f_{yk} = 235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm			f_{uk} = 360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEB 140	1509	550	216	79	43.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt	Mehrteilig
1	2.20	HEB 140	x 2

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	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 - Dreieckslast (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	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

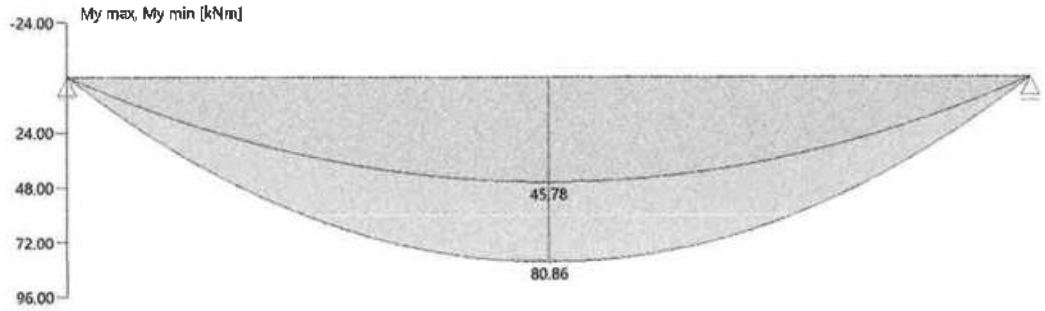
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{\sigma s}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.70	0.79	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.63

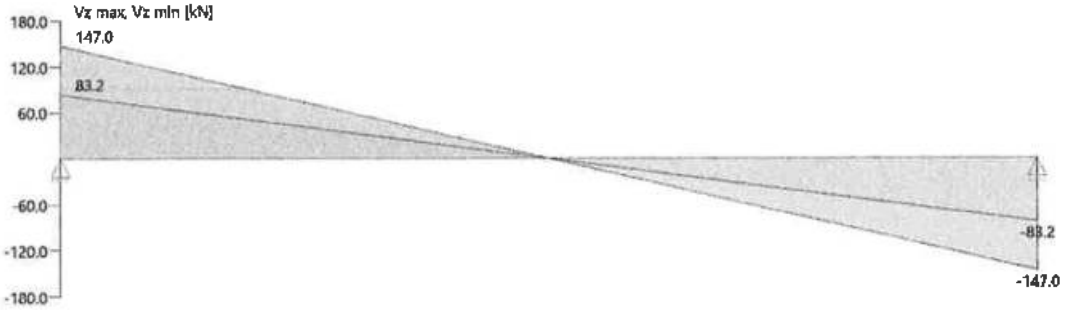
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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	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]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
1.13	1	0.0	40.41	6.54	0.79	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

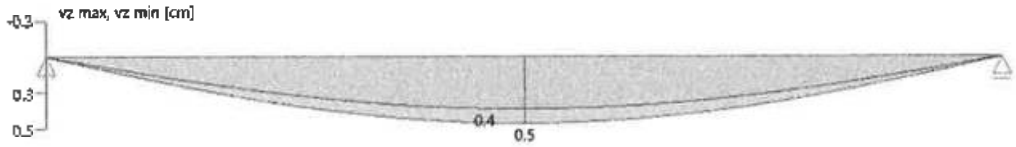
$M_{y,Ed}$ / (χ_{lt} * $M_{y,Rd}$) = **0.79**

$M_{y,Ed}$	=	40.41 kNm
M_{cr}	=	206.69 kNm
λ_{lt}	=	0.53
χ_{lt}	=	0.97
$M_{y,Rk}$	=	57.77 kNm
γ_{M1}	=	1.10

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 leff
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	83.24	83.24		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		23.10		
2	2.20	ständig	83.24	83.24		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		23.10		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

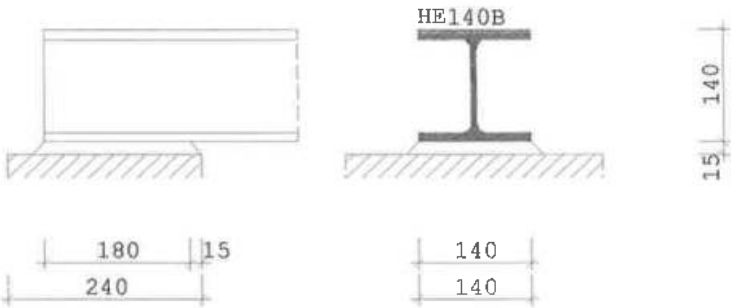
Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	147.03			
		Lk 2	83.24			
2	2.20	Lk 1	147.03			
		Lk 2	83.24			

Träger in den Drittelspunkten mit Gewindestange M16, Druckstück miteinander verbolzen

Nachweis Auflager
Auflagerlänge l_A=20cm

Bem. Wert der Auflagerkraft je Träger

$V_{z,d}$= 147,03/2 = 73,52 kN



Träger auf Wand : Auflagerkraft Fd = 74.00 kN

Norm	DIN EN 1993										
Träger	: HE140B										
Stahl	S235	f_{yk}	=	235.0	N/mm²	f_{uk}	=	360.0	N/mm²	γ_{M0}	= 1.00
		$f_{vw,d}$	=	207.8	N/mm²	β_w	=	0.80		γ_{M2}	= 1.25
Mauerwerk	: Mz-20-1,8-MG III					f_y	=	9.10	N/mm²		
Auflager	: Mörtelfuge	180	/	140	/	15	mm				

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

Mittragende Längen	Leff = 233.7 mm, tw =	7.0	mm				
Grenzkraft	FRd=tw*Leff*fyk/1.1 =	349.44	kN				
Nachweis	Fd / FRd =	74.00	kN /	349.44	kN		
					η_2 =	0.21	< 1

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

Schnittgrößen	NEd =	0.00	kN					
	VEd =	74.00	kN					
	MEd =	0.00	kNm					
Querschnittsklasse	1							
Nachweis	M_{Ed} =	0.0	kNm /	$M_{pl,Rd}$ =	57.8	kNm		
				η_1 =	0.00	< 1		
Nachweis	V_{Ed} =	74.0	kN /	$V_{pl,Rd}$ =	177.4	kN		
				η =	0.42	< 1		
Nachweis	N_{Ed} =	0.0	kN /	$N_{pl,Rd}$ =	1009.5	kN		
				η =	0.00	< 1		

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

$\eta_2 + 0.8*\eta_1$ = 0.21 < 1.4

Nachweis der Flanschbiegung

Moment am Beginn der Ausrundung	M_{Ed} =	4.4	kNcm				
plast. Grenzmoment Flansch	$M_{pl,Rd}$ =	8.5	kNcm				
Nachweis	M_{Ed} =	4.4	kNcm /	$M_{pl,Rd}$ =	8.5	kNcm	
				η =	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 cm / 2 -	1.5 cm -	18.0 cm / 2 =					1.5	cm
Erhöhungsfaktor auf Widerstandsseite								1.00	
Nachweis	Fd / FRd =	74.00	kN /	184.09	kN				
				η =	0.40	< 1			

max η = 0.52 <= 1 Flanschbiegung

Nachweis Auflagerpfeiler
mit b/h= 24/36,5cm, h= 2,2m
Mz20/ MG III

Grundparameter

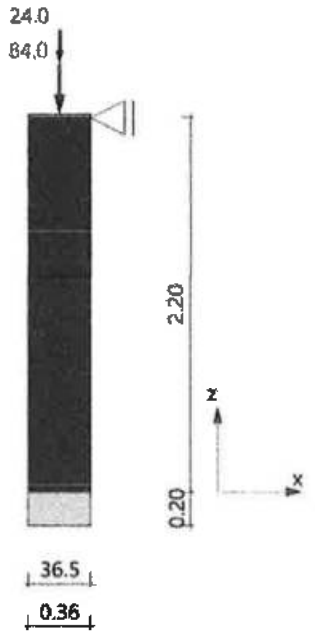
Norm und Sicherheitskonzept

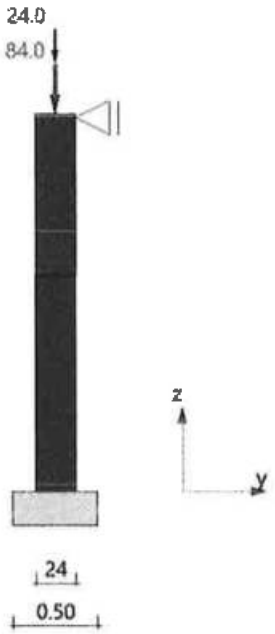
- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

Allgemeines

- Stoßfugen unvermörtelt

System





Materialkennwerte

Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm²]	f_b [N/mm²]	f_m [N/mm²]	f_{vk0} [N/mm²]	γ [kN/m³]	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, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
RDK : Rohdichteklasse
Φ_∞ : Endkriechzahl

Pfeiler

Abmessungen			G_0	G_z	Lagerung		Lasteinleitungsfläche			
h_s [m]	t_x [cm]	t_y [cm]	[kN]	[kN]	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

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

Nr.	Typ	K_D	K_S	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.00	Gv (Last 1)
2	Qv	1.50	0.00	Last 1

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten
Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten

Typ : Lastfallart
K_D : Drucknachweis
K_S : Nachweis klaffende Fuge (Begrenzung der Exzentrizität)

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

z	e_x [m]	e_y [cm]	E_x [cm]	E_y	vorh E	zul E	η
2.20	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00
1.10	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00
0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
e_x : Exzentrizität in x-Richtung
e_y : Exzentrizität in y-Richtung
E_x : bezogene Exzentrizität in x-Richtung (e_x/t_x)
E_y : bezogene Exzentrizität in y-Richtung (e_y/t_y)
vorh E : resultierende bezogene Exzentrizität
zul E : zulässige resultierende bezogene Exzentrizität
η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge in x-Richtung $h_{ef,x}$ = 2.20 m
Knicklänge in y-Richtung $h_{ef,y}$ = 2.20 m
Pfeilerquerschnitt (brutto) A_w = 876.0 cm²
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit f_d = 4.96 N/mm² (abgemindert infolge A_w < 0.1 m²)

z [m]	N_{Ed} [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	$\Phi_{s,x}$	$\Phi_{s,y}$	f_x [cm]	f_y [cm]	Φ	N_{Rd} [kN]	η
2.20	149.4	0.0	0.0					0.87	377.5	0.40
1.10	153.5	0.0	0.0	0.88	0.81	2.2	2.3	0.77	336.3	0.46
0.00	157.7	0.0	0.0					0.87	377.5	0.42

N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
e_x : planmäßige Ausmitte in x-Richtung
e_y : planmäßige Ausmitte in y-Richtung
$\Phi_{s,x}$: Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in x-Richtung
$\Phi_{s,y}$: Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in y-Richtung
f_x : Gesamtausmitte in x-Richtung (aus $\Phi_{s,x}$-Faktor bestimmt)
f_y : Gesamtausmitte in y-Richtung (aus $\Phi_{s,y}$-Faktor bestimmt)
Φ : Abminderungsfaktor (=A/A auf Grundlage Spannungsblock)
N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft

Nachweis Lasteinleitung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.3

N_{Edc} [kN]	a_1 [cm]	A_{efm} [cm²]	β	A_b [cm²]	N_{Rdc} [kN]	η
149.4	0.0	876.0	1.00	876.0	451.7	0.33

N_{Edc} : Bemessungswert der Auflagerkraft in der Lagerfuge
a_1 : maßgebender Randabstand der Lastaufstandsfläche
A_{efm} : Lastausbreitungsfläche in halber Lastangriffshöhe
β : Erhöhungsfaktor für Lasteinleitung
A_b : Übertragungsfläche
N_{Rdc} : Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in der Lagerfuge

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

Stützweite l_s= 2,02+2*0,20/3 = 2,15 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 m	
g_{MW}=	18* (0,365+0,02)	=	6,93 kN/m²	
g_W=	h_{MW}* g_{MW}		=	12,82 kN/m

Wandpfeiler, aus Bestandsstatik
Pos. 16.25, G= 72,74 kN

Nutzlast
Pos. 16.25, P= 10,81 kN
als Linienlast über Aufstandslänge

l_A=			0,49 m	
p=	P/l_A		=	22,06 kN/m

Eigenlast an UK Sturz durch Abzug des Pfeilereigengewichtes mit h=2,0m

G_1=	G- 18*0,365*0,49*2,0	=	66,30 kN	
Linienlast				
g_1=	G_1/l_A		=	135,31 kN/m

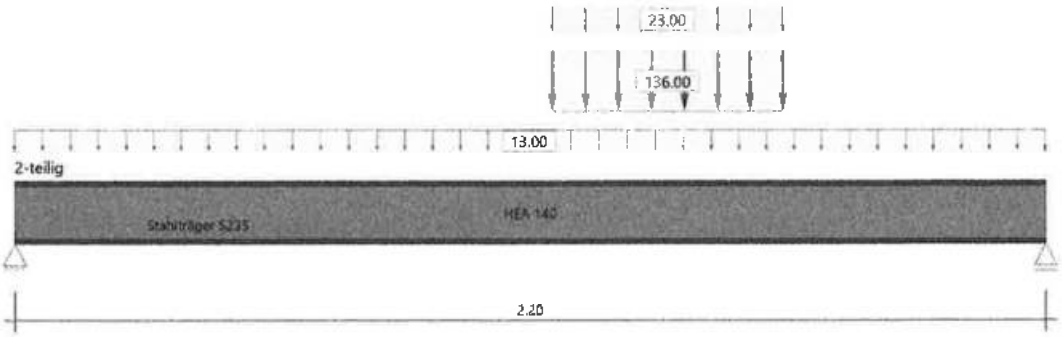
3 Nachweise, mit ls=2,2m

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

	E_k =	210000 N/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ =	78.50 kN/m³	μ =	0.30
			β_W =	0.80
Streckgrenze	t ≤	40 mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 140	1030	389	155	56	31.4
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt	Mehrteilig
1	2.20	HEA 140	x 2

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	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	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 = 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. 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	
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt	
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)	
Querschnittsbemessung	:	plastisch	
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B	
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch	
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0	cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/	150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/	300

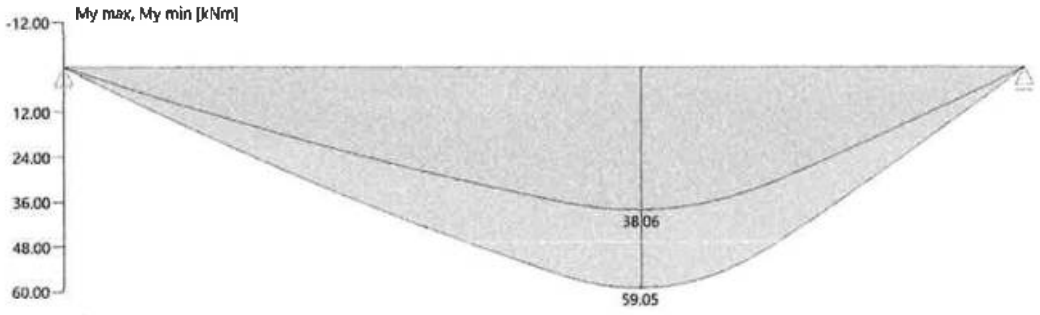
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.72	0.83	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.61

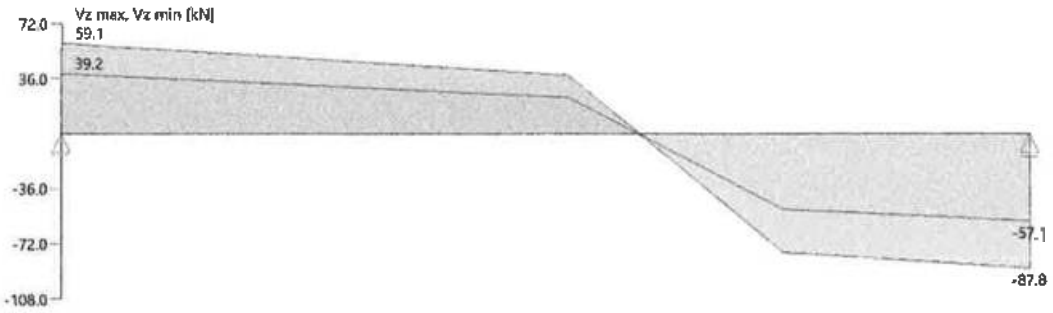
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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	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]	Gl	η	Lfk
1.30	1	0.0	29.51	6.54	0.83	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

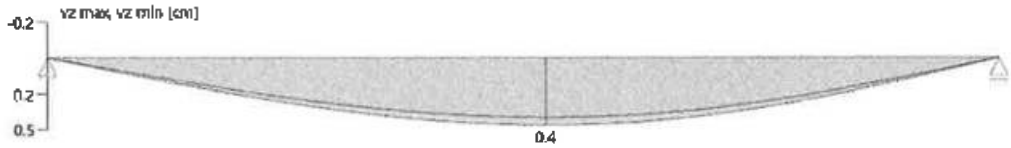
$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd})$ = **0.83**

$M_{y,Ed}$	=	29.51 kNm
M_{cr}	=	125.36 kNm
λ_{lt}	=	0.57
χ_{lt}	=	0.96
$M_{y,Rk}$	=	40.86 kNm
γ_{M1}	=	1.10

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 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_{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	1.16	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 leff
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	39.23	39.23		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		4.12		
2	2.20	ständig	57.10	57.10		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		7.15		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

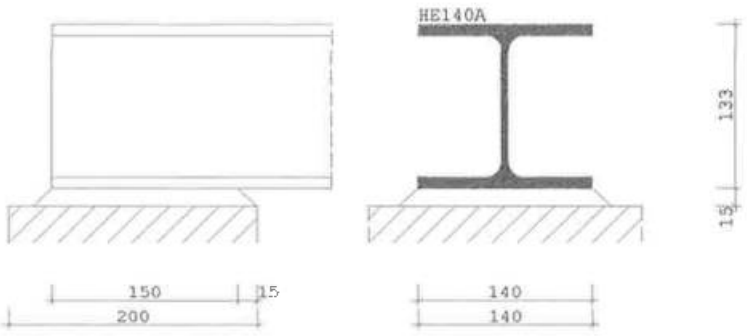
Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	59.14			
		Lk 2	39.23			
2	2.20	Lk 1	87.80			
		Lk 2	57.10			

Träger in den Drittelspunkten mit Gewindestange M16, Druckstück miteinander verbolzen

Nachweis Auflager
Auflagerlänge l_A=20cm

Bem. Wert der Auflagerkraft je Träger, Aufl. 2

$V_{z,d}$= 87,8/2 = 43,90 kN



Träger auf Wand : Auflagerkraft Fd =	44.00 kN
Norm	DIN EN 1993
Träger	: HE140A
Stahl	S235 f_{yk} = 235.0 N/mm² f_{uk} = 360.0 N/mm² γ_{M0} = 1.00
	$f_{vw,d}$ = 207.8 N/mm² β_w = 0.80 γ_{M2} = 1.25
Mauerwerk	: Mz-20-1,8-MG III f_y = 9.10 N/mm²
Auflager	: Mörtelfuge 150 / 140 / 15 mm

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

Mittragende Längen	Leff = 192.9 mm, tw =	5.5	mm			
Grenzkraft	FRd=tw*Leff*fyk/1.1 =	226.64	kN			
Nachweis	Fd / FRd =	44.00 kN /	226.64 kN			
				η_2 =	0.19	< 1

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

Schnittgrößen	NEd =	0.00 kN					
	VEd =	44.00 kN					
	MEd =	0.00 kNm					
Querschnittsklasse	1						
Nachweis	M_{Ed} =	0.0 kNm /	$M_{pl,Rd}$ =	40.9 kNm			
				η_1 =	0.00	< 1	
Nachweis	V_{Ed} =	44.0 kN /	$V_{pl,Rd}$ =	137.4 kN			
				η =	0.32	< 1	
Nachweis	N_{Ed} =	0.0 kN /	$N_{pl,Rd}$ =	738.3 kN			
				η =	0.00	< 1	

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

$\eta_2 + 0.8*\eta_1$ =	0.19	<	1.4

Nachweis der Flanschbiegung

Moment am Beginn der Ausrundung	M_{Ed} =	3.2 kNcm				
plast. Grenzmoment Flansch	$M_{pl,Rd}$ =	4.2 kNcm				
Nachweis	M_{Ed} =	3.2 kNcm /	$M_{pl,Rd}$ =	4.2 kNcm		
			η =	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 cm / 2 -	1.5 cm -	15.0 cm / 2 =		1.0	cm
Erhöhungsfaktor auf Widerstandsseite					1.00	
Nachweis	Fd / FRd =	44.00 kN /	157.79 kN			

Nachweis des Auflagers

η =	0.28	<	1

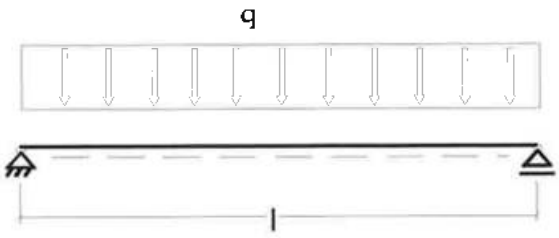
max η = 0.75 <= 1 Flanschbiegung

Auflagerpfeiler
mit b/h= 24/36,5cm, h= 2,2m mit Mz20/ MG III

Nachweis bei geringerer Beanspruchung wie Pos. 0.04.2

0.04.4 Türsturz ZFS Typ 2 (11,5x11,3x125cm)

Statisches System:



Lichte Weite:
l_w= 1,010 m
Auflagerlänge:
l_a = 0,120 m
Länge der Ziegelflachsturzes
l_s= l_w+2* l_a = 1,25 m

Belastung:
aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand d_{MW} =11,5 cm, beidseitig verputzt
g_{MW}= 18*(0,115+2*0,02) = 2,79 kN/m²
Höhe der Übermauerung, maßgebend Höhe bis UK Decke
h_{MW}= ABS(-0,28-(-3,3+2,135)) = 0,89 m
Linienlast g_{MW}= g_{MW}* h_{MW} = 2,48 kN/m

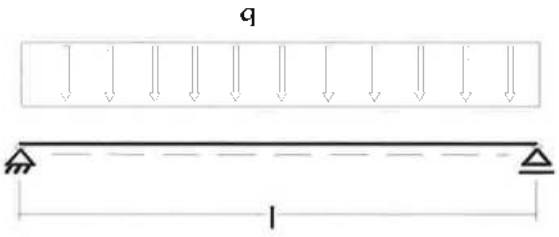
Auflast max.q = g_{MW} = 2,48 kN/m

Nachweis:
Höhe der Druckzone: h = 0,50 m

gewählt: 1x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle
zul.q= 1* 27,72 = 27,72 kN/m
max.q / zul.q = **0,09 < 1,0**

0.04.5 Türsturz 2x ZFS Typ 4 (11,5x11,3x175cm)

Statisches System:



Lichte Weite:
l_w= 1,370 m
Auflagerlänge:
l_a = 0,190 m
Länge der Ziegelflachsturzes
l_s= l_w+2* l_a = 1,75 m

Belastung:
aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand d_{MW} =24 cm, beidseitig verputzt
g_{MW}= 18*(0,24+2*0,02) = 5,04 kN/m²
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 m
Linienlast g_{MW}= g_{MW}* h_{MW} = 2,95 kN/m

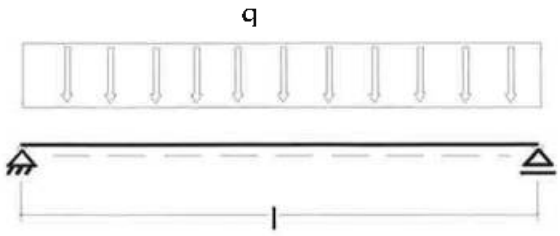
Auflast max.q = g_{MW} = 2,95 kN/m

Nachweis:
Höhe der Druckzone: h = 0,50 m

gewählt: 2x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle
zul.q= 2* 12,36 = 24,72 kN/m
max.q / zul.q = **0,12 < 1,0**

0.04.6 Türsturz 2x HEA 100

Statisches System:



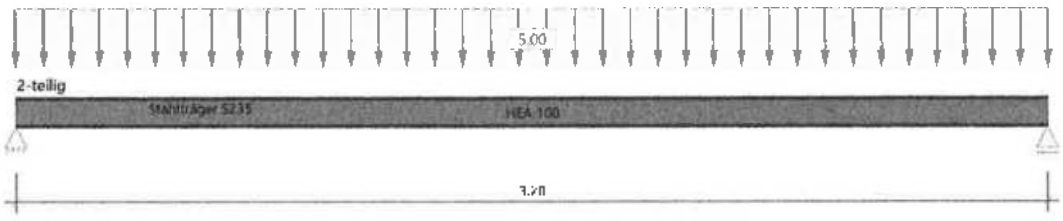
Lichte Weite:
l_w= 3,040 m
Auflagerlänge:
l_a = 0,150 m

Belastung:
aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand d_{MW} =24 cm, beidseitig verputzt
g_{MW}= 18*(0,24+2*0,02) = 5,04 kN/m²
Höhe der Übermauerung, h_{MW}= ABS(-0,28-(-3,3+2,135)) = 0,885 m
Linienlast g_{MW}= g_{MW}* h_{MW} = 4,46 kN/m

Nachweis:

Grundparameter
Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

	E_k =	210000 N/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ =	78.50 kN/m³	μ =	0.30
			β_w =	0.80
Streckgrenze	t ≤	40 mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [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 - Dreieckslast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 107 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
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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

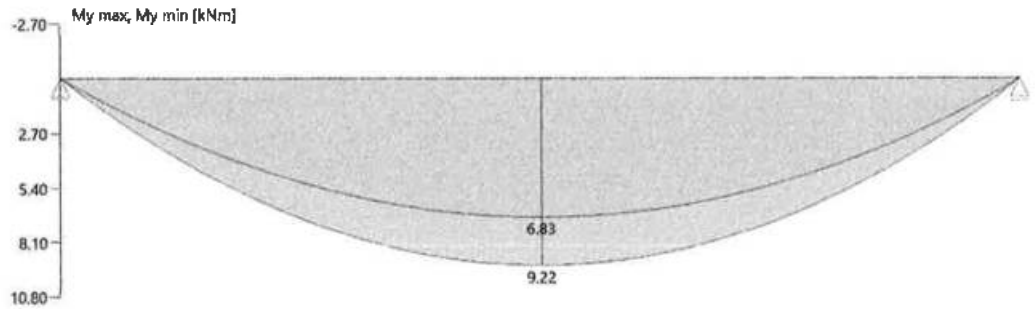
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	ηQs	ηStabi	ηVerformung
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.24	0.30	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.47

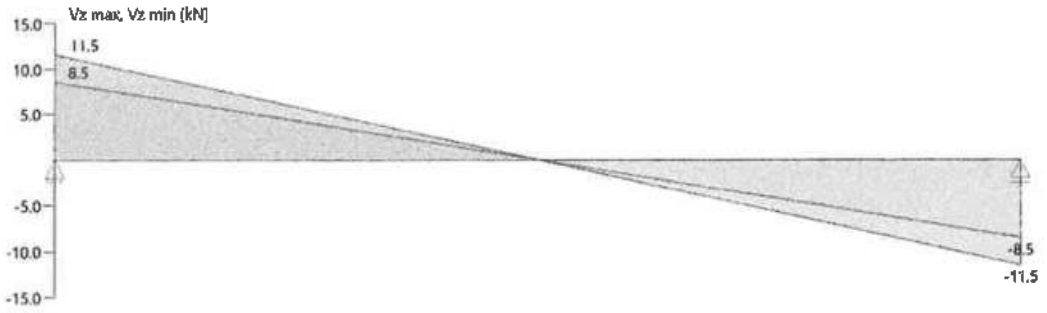
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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	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]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
1.60	1	0.0	4.61	6.54	0.30	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

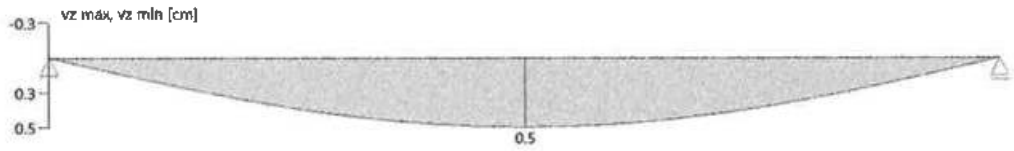
$M_{y,Ed}$ / (χ_{lt} * $M_{y,Rd}$) = **0.30**

$M_{y,Ed}$	=	4.61 kNm
M_{cr}	=	34.77 kNm
λ_{lt}	=	0.75
χ_{lt}	=	0.87
$M_{y,Rk}$	=	19.57 kNm
γ_{M1}	=	1.10

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_{cd} = 5.0 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_{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	1.60	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)
$f_{z,Ed}$: 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	8.53	8.53		
2	3.20	ständig	8.53	8.53		

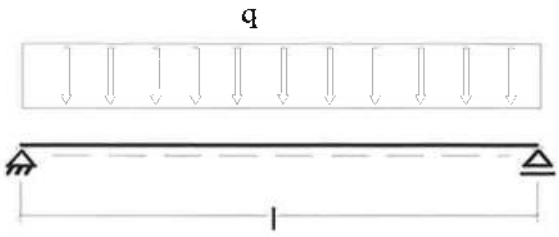
Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

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 Lk 2	11.52 8.53			
2	3.20	Lk 1 Lk 2	11.52 8.53			

Träger in den Drittelspunkten mit Gewindestange M16, Druckstück miteinander verbolzen

0.04.7 Türsturz ZFS Typ 1 (11,5x11,3x100cm)

Statisches System:



Lichte Weite:
l_w= 0,760 m
Auflagerlänge:
l_a = 0,120 m
Länge der Ziegelflachsturzes
l_s= l_w+2* l_a = 1,00 m

Belastung:
aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand d_{MW} =11,5 cm, beidseitig verputzt
g_{MW}= 18*(0,115+2*0,02) = 2,79 kN/m²
Höhe der Übermauerung, h_{MW}= ABS(-0,28-(-3,3+2,135)) = 0,885 m
Linienlast g_{MW}= g_{MW}* h_{MW} = 2,47 kN/m

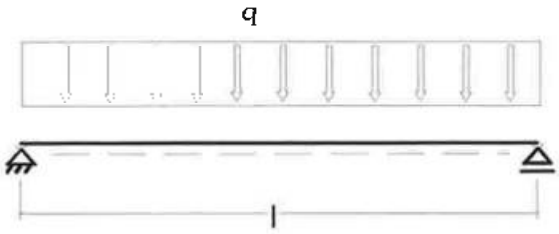
Auflast max.q = g_{MW} = 2,47 kN/m

Nachweis:
Höhe der Druckzone: h = 0,50 m

gewählt: 1x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle
zul.q= 1* 33,86 = 33,86 kN/m
max.q / zul.q = **0,07 < 1,0**

0.04.8 Türsturz 2x HEB 120

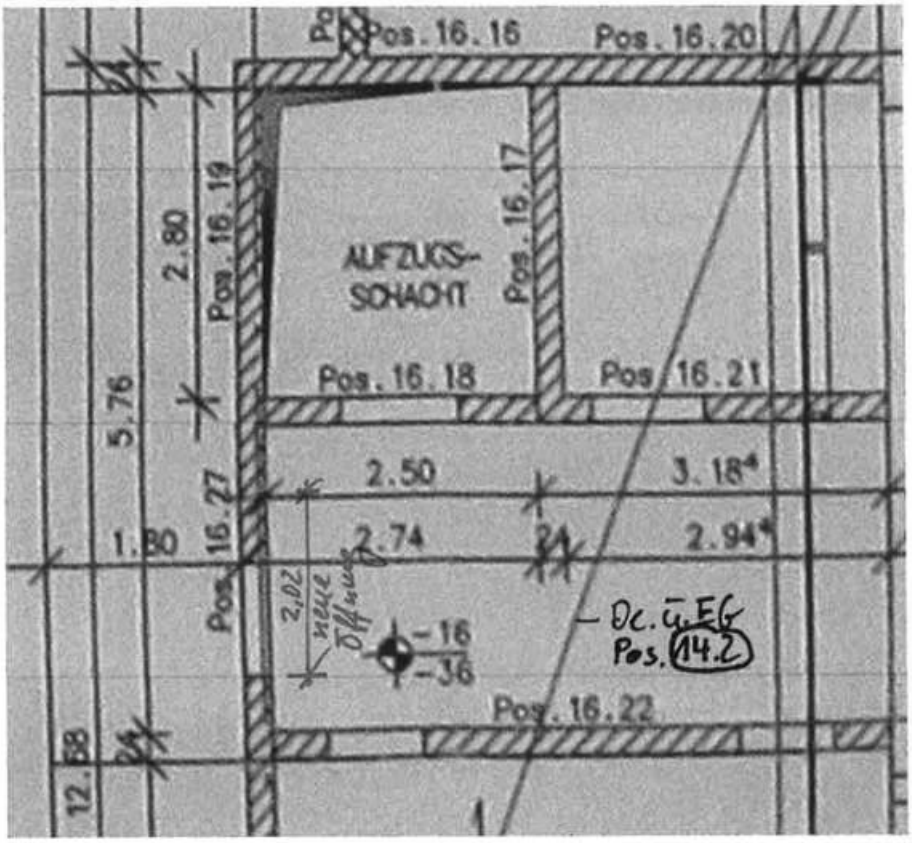
Statisches System:



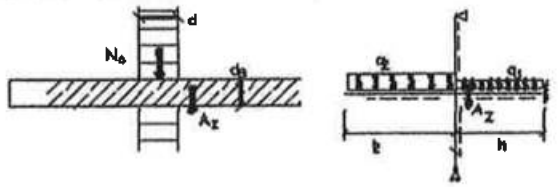
Lichte Weite:
l_w= 2,020 m
Auflagerlänge:
l_a = 0,150 m

Stützweite l_S= $l_w+2*l_a/3$ = 2,12 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 ho =	3,85 m	
(bis Mitte Ringbalken)		
Geschoßhöhe EG hu =	4,23 m	
lichte Geschoßhöhe hsu =	4,03 m	
Wandbreite bu =	1,33 m	
Wandstärke du =	24,00 cm	
Deckendicke dBu =	20,00 cm	
Einflußbreite Decke b1u =	1,83 m	
Deckenstützweite L1u =	2,96 m	
Kraglänge L2u =	1,92 m	

Baustoffe:

Mörtelgruppe Mg =	IIa		
Steinfestigkeitsklasse Sfk =	20		
σ0 = TAB("Mauer/Druck";σD;Mg =Mg;Sfk = Sfk)		=	1,90 MN/m²
γ =	2,0		
βRu = 2,67*σ0	= 5,07 MN/m²		

Belastung:

aus Decke Pos. 14.2, Wand 4

g2 =	31,25 kN/m		
p2 =	26,70 kN/m		
g1D =	6,60 kN/m²		
p1D =	5,0 kN/m²		
g2D =	6,60 kN/m²		
p2D =	5,0 kN/m²		
q1u = (g1D + p1D/2)*b1u	=	16,65 kN/m	
q2u = (g2D + p2D)*b1u	=	21,23 kN/m	
AZu = (q1u*L1u/2+q2u*L2u)	=	65,40 kN	
No = (4,25+26,62)*b1u	=	56,49 kN	

aus Eigenlast der Übermauerung EG, OG, Innenwand d_{MW} =24 cm, beidseitig verputzt

g_{MW}= 20*0,24+18*2*0,015 = 5,34 kN/m²

Höhe der Übermauerung, h_{MW}= (4,23+3,85-2,01) = 6,07 m

Linienlast g_{MW}= g_{MW}* h_{MW} = 32,41 kN/m

aus Decke über EG, Pos. 14.2 Bestandsstatik

g_{De_EG}= 31,25 kN/m

q_{De_EG}= 26,70 kN/m

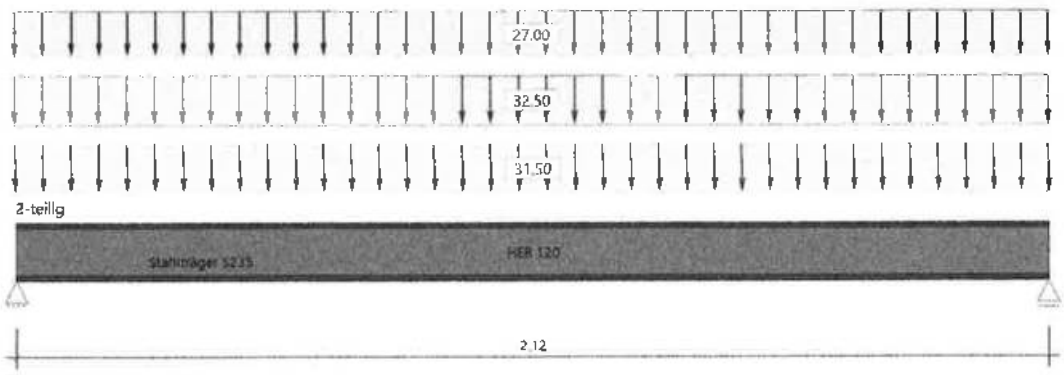
Nachweis:

Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System



Material

Material S235

	E_k =	210000 N/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ =	78.50 kN/m³	μ =	0.30
			β_w =	0.80
Streckgrenze	t ≤	40 mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEB 120	864	318	144	53	34.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt	Mehrteilig
1	2.12	HEB 120	x 2

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	2.12	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : In den Viertelspunkten 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		2.12		32.50		Nein	ständig		
	2	GL		2.12		31.50		Nein	ständig		
	3	GL		2.12		27.00		Ja	Kat. C		

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

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	Wand
2	Decke ü. EG
3	Decke ü. EG

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 113 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
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

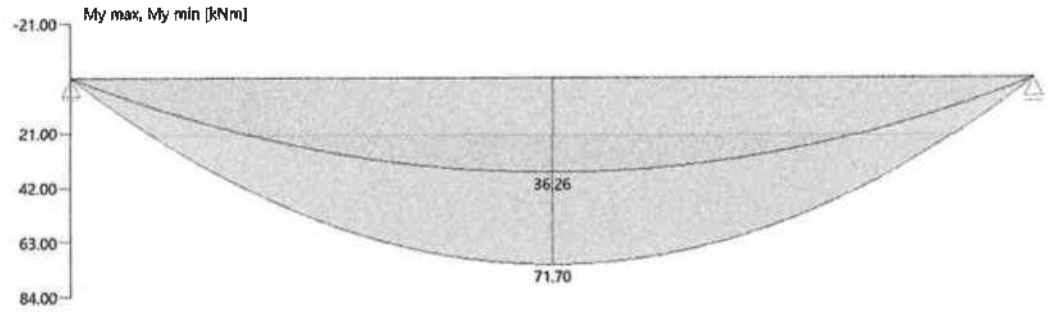
Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.92	1.01	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.94

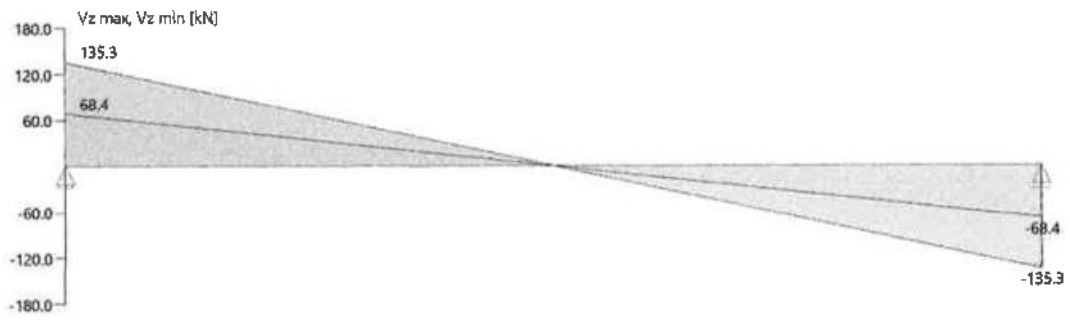
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54) ~1,0

$M_{y,Ed}$ / (χ_{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
$M_{y,Rk}$	=	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)
$f_{z,g}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

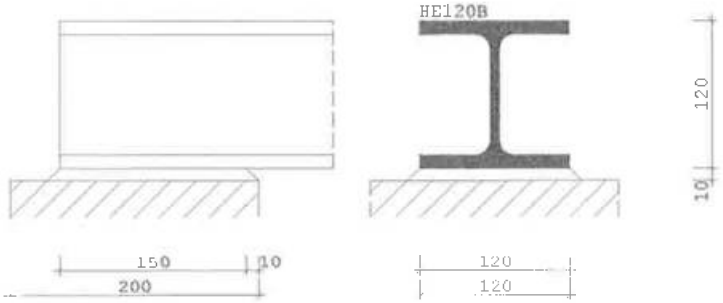
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig	68.41	68.41		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		28.62		
2	2.12	ständig	68.41	68.41		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		28.62		

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 Drittelspunkten mit Gewindestange M16, Druckstück miteinander verbolzen

Trägerauflager
je Träger, $F_{z,d}$= 135,3/2 = 67,65 kN



Träger auf Wand : Auflagerkraft Fd = 70.00 kN

Norm	DIN EN 1993										
Träger	: HE120B										
Stahl	S235	f_{yk}	=	235.0	N/mm²	f_{uk}	=	360.0	N/mm²	γ_{M0}	= 1.00
		$f_{vw,d}$	=	207.8	N/mm²	β_w	=	0.80		γ_{M2}	= 1.25
Mauerwerk	: Mz-20-2,0-MG IIa			f_y	=	8.10	N/mm²				
Auflager	: Mörtelfuge	150	/	120	/	10	mm				

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

Mittragende Längen	Leff = 197.3 mm, tw =	6.5	mm			
Grenzkraft	FRd=tw*Leff*fyk/1.1 =	273.93	kN			
Nachweis	Fd / FRd =	70.00	kN /	273.93	kN	
				η_2 =	0.26	< 1

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

Schnittgrößen	NEd =	0.00	kN				
	VEd =	70.00	kN				
	MEd =	0.00	kNm				
Querschnittsklasse	1						
Nachweis	M_{Ed} =	0.0	kNm /	$M_{pl,Rd}$ =	38.9	kNm	
				η_1 =	0.00	< 1	
Nachweis	V_{Ed} =	70.0	kN /	$V_{pl,Rd}$ =	148.7	kN	
				η =	0.47	< 1	
Nachweis	N_{Ed} =	0.0	kN /	$N_{pl,Rd}$ =	799.1	kN	
				η =	0.00	< 1	

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

	$\eta_2 + 0.8*\eta_1$ =	0.26	< 1.4

Nachweis der Flanschbiegung

Moment am Beginn der Ausrundung		M_{Ed} =	3.9	kNcm			
plast. Grenzmoment Flansch		$M_{pl,Rd}$ =	7.1	kNcm			
Nachweis	M_{Ed} =	3.9	kNcm /	$M_{pl,Rd}$ =	7.1	kNcm	
				η =	0.55	< 1	

Nachweis des Auflagers

Hinweis: Die Knicksicherheit der Wand ist gesondert nachzuweisen.

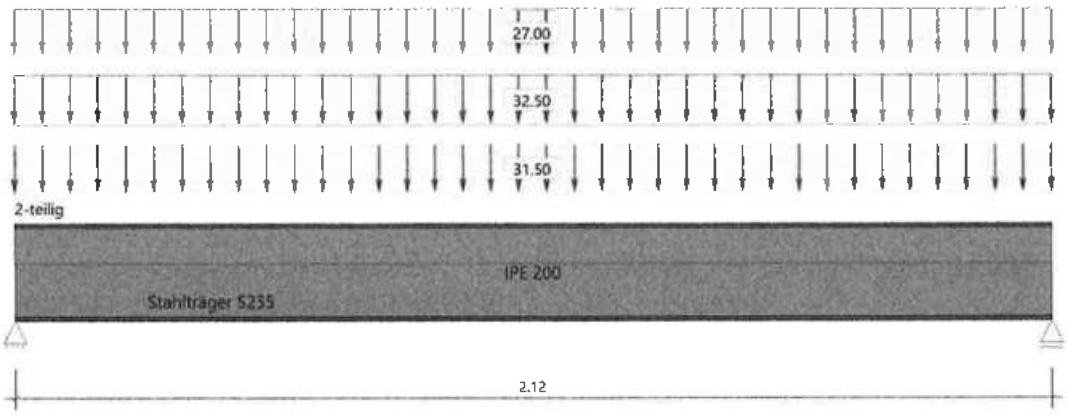
Bemessungsverfahren	Genaueres Verfahren						
Wanddicke						20.0	cm
Wandlänge						150.0	cm
Randabstand						50.0	cm
Ausmitte =	20.0 cm / 2 -	1.0 cm -	15.0 cm / 2	=		1.5	cm
Erhöhungsfaktor auf Widerstandsseite						1.37	
Nachweis	Fd / FRd =	70.00	kN /	149.37	kN		
				η =	0.47	< 1	

Nachweis des Auflagers

max η = 0.55 <= 1 Flanschbiegung

alternativ: 2x IPE200, S235
System, Belastung wie siehe oben

System



Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
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]	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	2.12	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : in den Viertelspunkten am Schubmittelpunkt

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 95 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
ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabl}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.69	0.81	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.42

Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2)γ_{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]	Gl	η	Lfk
1.06	1	0.0	35.82	6.54	0.81	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd})$ = **0.81**

$M_{y,Ed}$	=	35.82 kNm
M_{cr}	=	141.66 kNm
λ_{lt}	=	0.61
χ_{lt}	=	0.94
$M_{y,Rk}$	=	52.00 kNm
γ_{M1}	=	1.10

Nachweis für Lk 1 bei x = 1.06 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	1.06	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 leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

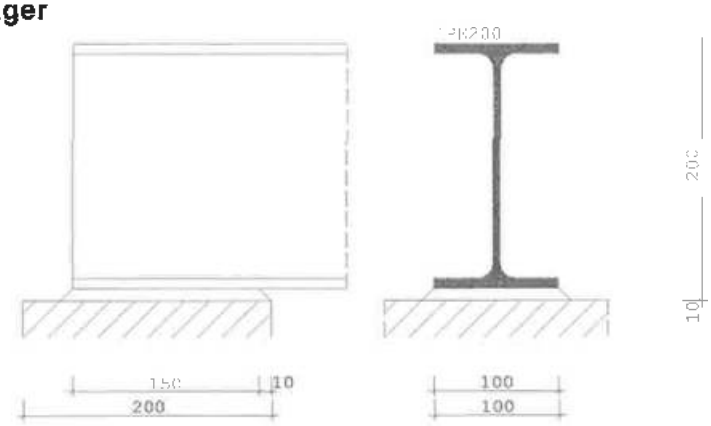
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig	68.31	68.31		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		28.62		
2	2.12	ständig	68.31	68.31		
		Kat. C: Versammlungsbereiche		28.62		

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 Drittelspunkten mit Gewindestange M16, Druckstücke miteinander verbolzen

Trägerauflager



Träger auf Wand : Auflagerkraft Fd =										
Norm	DIN EN 1993									
Träger	: IPE200									
Stahl	S235	f_{yk}	=	235.0	N/mm²	f_{uk}	=	360.0	N/mm²	γ_{M0} = 1.00
		$f_{vw,d}$	=	207.8	N/mm²	β_w	=	0.80		γ_{M2} = 1.25
Mauerwerk	: Mz-20-2,0-MG IIa					f_y	=	8.10	N/mm²	
Auflager	: Mörtelfuge	150	/	100	/	10	mm			

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

Mittragende Längen	Leff = 185.9 mm, tw = 5.6 mm						
Grenzkraft	FRd=tw*Leff*fyk/1.1 = 222.43 kN						
Nachweis	Fd / FRd = 70.00 kN / 222.43 kN						
						η_2 =	0.31 < 1

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

Schnittgrößen	NEd = 0.00 kN							
	VEd = 70.00 kN							
	MEd = 0.00 kNm							
Querschnittsklasse	1							
Nachweis	M_{Ed} = 0.0 kNm /					$M_{pl,Rd}$ =	52.0 kNm	
						η_1 =	0.00 < 1	
Nachweis	V_{Ed} = 70.0 kN /					$V_{pl,Rd}$ =	189.9 kN	
						η =	0.37 < 1	
Nachweis	N_{Ed} = 0.0 kN /					$N_{pl,Rd}$ =	669.4 kN	
						η =	0.00 < 1	

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

		$\eta_2 + 0.8*\eta_1$ =	0.31 < 1.4

Nachweis der Flanschbiegung

Moment am Beginn der Ausrundung			M_{Ed} = 2.9 kNcm				
plast. Grenzmoment Flansch			$M_{pl,Rd}$ = 4.2 kNcm				
Nachweis	M_{Ed} =	2.9 kNcm /	$M_{pl,Rd}$ =	4.2 kNcm			
					η =	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 cm / 2 -	1.0 cm -	15.0 cm / 2 =	1.5 cm			
Erhöhungsfaktor auf Widerstandsseite				1.37			
Nachweis	Fd / FRd =	70.00 kN /	128.04 kN				
					η =	0.55 < 1	

max η = 0.68 <= 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,

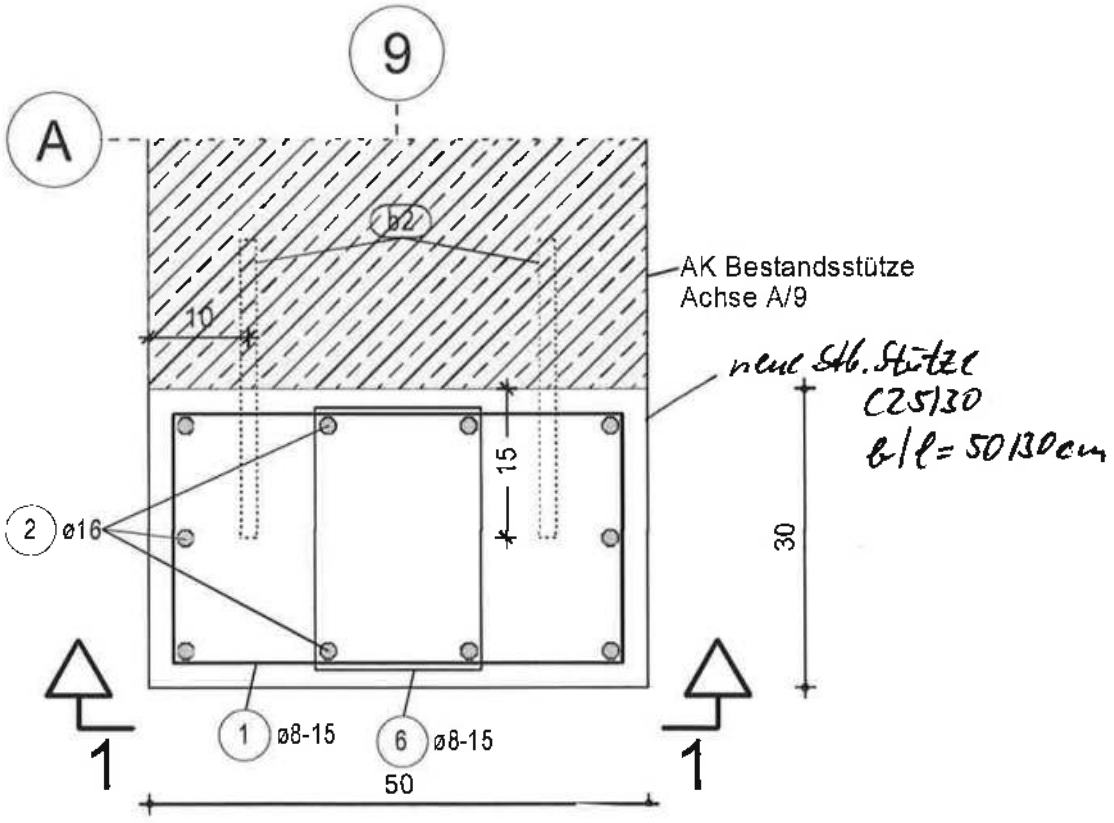
1 statisches System:
Knicklänge, l_K= 3,10 m
Pendelstütze mit mögl. Ausweichrichtung z

2 Belastung
aus Pos. 1.06.9.1
Eigengewicht, $G_{1.06.9.1}$= 3,04*0,5*0,3*25+ 25,70 = 37,10 kN
Nutzlast, $Q_{1.06.9.1}$= 11,70 kN

3 Nachweise

gewählt: längs 10 ø16, Bgl/ Hilfsbgl. ø8-15

Querschnitt

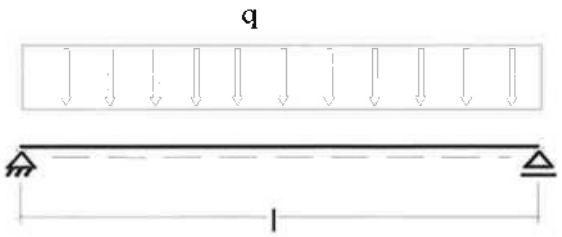


bei geringer Beanspruchung ohne weiteren Nachweis

I - Ebene 0

K.01 Türsturz ZFS Typ 4 (11,5x11,3x175cm)

Statisches System:



Lichte Weite:
l_w= 1,510 m
Auflagerlänge:
l_a = 0,120 m
Länge der Ziegelflachsturzes
l_s= l_w+2* l_a = 1,75 m

Belastung:
aus Eigenlast der Übermauerung Innenwand, bis UK Bestandsunterzug
d_{MW} =11,5 cm, beidseitig verputzt
g_{MW}= 18*(0,115+2*0,02) = 2,79 kN/m²
Höhe der Übermauerung bis UK UZ,
UK UZ= -3,30-0,10-0,60 = -4,00 m
h_{MW}= ABS(-4,10-(-6,60+2,135)) = 0,36 m
Linienlast g_{MW}= g_{MW}* h_{MW} = 1,00 kN/m

Auflast max.q = g_{MW} = 1,00 kN/m

Nachweis:
Höhe der Druckzone: h = 0,30 m

gewählt: 1x ZFS, z.B. Wienerberger - siehe Traglasttabelle
zul.q= 1* 4,16 = 4,16 kN/m
max.q / zul.q = **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

Ad.1.2-1

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 EOTA
www.eota.eu

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	Size 1	l	mm	50	50	55
Length of	Size 2	l	mm	70	70	80
Screw	Size 3	l	mm	90	90	100
Length of sleeve	Size 1	l_s	mm	35	36	42
	Size 2	l_s	mm	54	54	64
	Size 3	l_s	mm	73	73	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

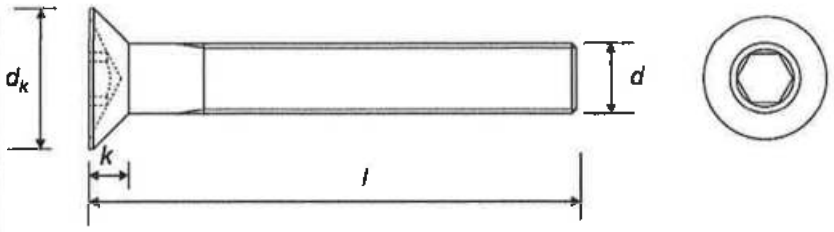


Figure 9.1 Countersunk head screw

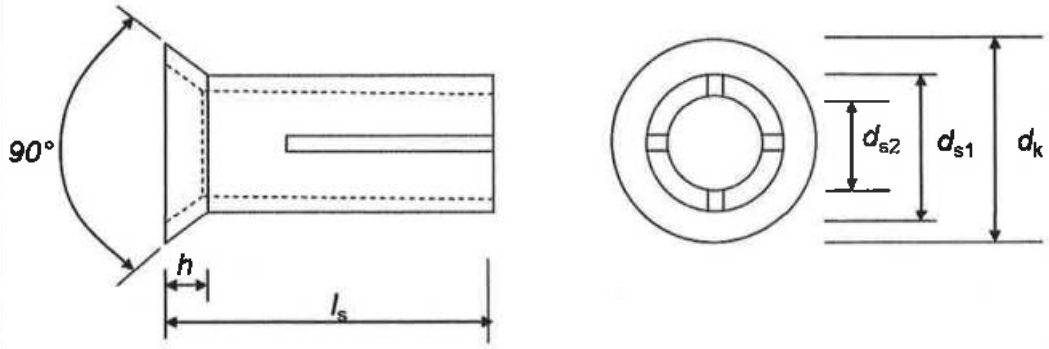


Figure 9.2 Flush fit sleeve

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/mm²)
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

	Nominal size	Hole diameter (mm)		Clamped length (mm) Size 1		Size 2		Size 3	
Designation		min	max	min	max	min	max	min	max
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 Hollo-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	32,9 kN		**HB**	M8	18,5 kN	26,3 kN	430 N/mm²
	M10	39,6 kN	54,2 kN			M10	31,7 kN	43,4 kN	430 N/mm²
	M12	45,8 kN	71,0 kN			M12	36,6 kN	56,8 kN	430 N/mm²
	M16	84,3 kN	139,0 kN			M16	67,4 kN	111,2 kN	430 N/mm²
	M20	124,0 kN	211,0 kN			M20	99,2 kN	168,8 kN	430 N/mm²
HBST Edelstahl	M8	26,8 kN	30,7 kN		**HBST Edelstahl**	M8	21,4 kN	24,6 kN	500 N/mm²
	M10	46,0 kN	51,0 kN			M10	36,8 kN	40,8 kN	500 N/mm²
	M12	53,3 kN	65,0 kN			M12	42,6 kN	52,0 kN	500 N/mm²
	M16	98,0 kN	128,0 kN			M16	78,4 kN	102,4 kN	500 N/mm²
	M20	154,0 kN	205,0 kN			M20	123,2 kN	164,0 kN	500 N/mm²

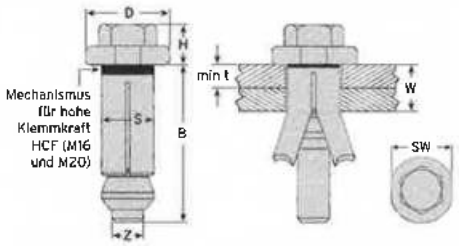
Anl. 1.2-5

Anl. 1.2-6

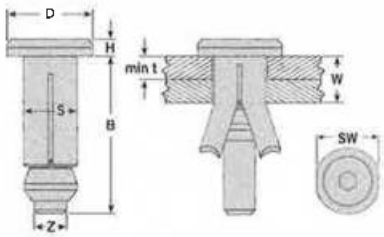
Zulässige Belastungen und Anwendungstabellen

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.

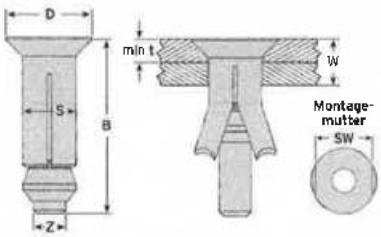
a) Sechskantschraube



b) Senkschraube



c) Flush Fit



Werkstoff: Kohlenstoffstahl oder Edelstahl (Korrosionsschutzoptionen siehe Seite 41)

a) Sechskantschraube				b) Senkschraube						Bund			Zulässige Belastung (5:1 Sicherheitsfaktor)	
Artikelnummer	Schraube Ø Z	Höhe H mm	Länge B (max) mm	Artikelnummer	Schraube Ø Z	Höhe H mm	Länge B (max) mm	Klemmbereich W mm	Bautell am Bund min t mm	Hülse Außen-Ø S mm	Ø D mm	SW mm	Anziehmoment Nm	Zug kN	Abscheren je Scherfuge kN
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
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

Hohe Klemmkraft (HCF)

Werkstoff: Kohlenstoffstahl oder Edelstahl (Korrosionsschutzoptionen siehe Seite 41)

c) Flush Fit						Bund			Zulässige Belastung (5:1 Sicherheitsfaktor)	
Artikelnummer	Senkschraube Ø Z	Länge B mm	Klemmbereich W mm	Bautell mit Senkung min t mm	Hülse Außen-Ø S mm	Ø D mm	Montagemutter SW mm	Anziehmoment 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.

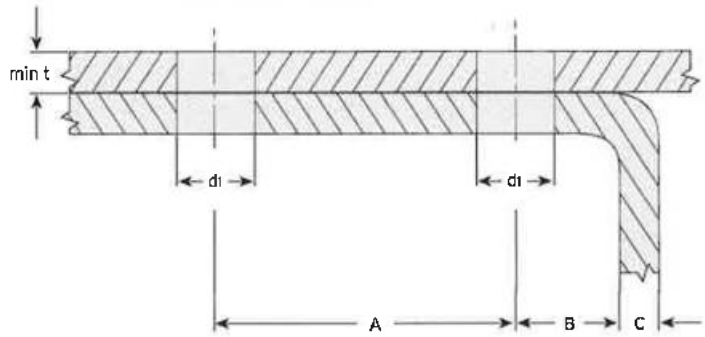
© Lindapter International 2024

Anl. 12-7

Hollo-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 Hollo-Bolt Sechskant- und Senkschraube



Typ		Bauteil mit Senkung	Durchgangs-loch-Ø*	Lochab-stände**		Randab-stand**
Sechskant-schraube	Senk-schraube	min t mm	d1 mm	min A mm	min B mm	B + C 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	26 (+2,0/-0,2)	55	20	≥ 32,5
HB20	-	8	33 (+2,0/-0,2)	70	25	≥ 33,0

** Bei Hollo-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 Hollo-Bolt mit Sechskantschraube

Hollo-Bolt Sechskantschraube			
Artikel-nummer	Bund SW mm	Schraube SW mm	Anzieh-moment 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 Hollo-Bolt mit Senkschraube

Hollo-Bolt Senkschraube			
Artikel-nummer	Bund SW mm	Innensechskant SW mm	Anzieh-moment 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. Hollo-Bolt mit Konus voran in das Bohrloch stecken[a].

2) Bund mittels Maulschlüssel gegenhalten.

3) Vorgegebenes Anziehmoment aufbringen[b].

Hinweise:

a) Vergewissern Sie sich vor dem Anziehen, dass die miteinander zu verbindenden Bauteile fachgerecht anliegen.
b) Drehen Sie nur den Drehmomentschlüssel. Anziehmoment siehe oben stehende Tabelle.
c) Das Anziehen des Hollo-Bolt kann mit Werkzeugen (z. B. Schlagschrauber) beschleunigt werden. Auch hierbei ist auf die Aufbringung des korrekten Anzugsmoments zu achten.

© Lindapter International 2024

Bemessungstabellen Ziegel-Flachstürze

Poroton

Tragfähigkeit von Ziegel-Flachstürzen nach Zulassung Z-17.1-900

Zuggurt ohne Wärmedämmung — Druckzone aus Mauerwerk (f_k = 1,2 N/mm²).

Tabelle für die zulässige Belastung q_{Ed} in kN/m — **Sturzbreite b = 11,5 cm / Auflagerlänge l_a = 11,5 cm**

B 500 A oder B 500 B - 1 Ø 8

Lichte Weite	Stützweite	Gesamthöhe h in cm									
m	m	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	62,5	75,0	100,0	125,0
0,885	1,000	6,67 B	10,98 B	15,90 B	21,58 B	28,00 B	33,86 B	33,86 B	33,86 B	33,86 B	33,86 B
1,010	1,125	5,43 B	8,67 B	12,56 B	17,06 B	22,12 B	27,72 B	33,05 B	33,05 B	33,05 B	33,05 B
1,135	1,250	4,40 B	7,03 B	10,18 B	13,82 B	17,92 B	22,46 B	32,31 B	32,31 B	32,31 B	32,31 B
1,260	1,375	3,63 B	5,81 B	8,41 B	11,42 B	14,81 B	18,55 B	29,42 B	31,62 B	31,62 B	31,62 B
1,510	1,625	2,60 B	4,16 B	6,02 B	8,16 B	10,60 B	13,29 B	21,06 B	27,13 V	27,21 V	27,21 V
1,760	1,875	1,95 B	3,12 B	4,52 B	6,14 B	7,96 B	9,98 B	15,82 B	20,36 V	23,58 V	23,58 V
2,010	2,125	1,52 B	2,43 B	3,52 B	4,78 B	6,20 B	7,77 B	12,32 B	16,85 V	20,55 V	20,55 V
2,260	2,375	1,22 B	1,95 B	2,82 B	3,83 B	4,96 B	6,22 B	9,86 B	14,15 B	16,45 V	16,45 V
2,510	2,625	1,00 B	1,59 B	2,31 B	3,13 B	4,06 B	5,09 B	8,07 B	11,58 B	13,48 V	13,48 V
2,760	2,875	0,83 B	1,33 B	1,92 B	2,61 B	3,39 B	4,25 B	6,73 B	9,66 B	12,30 V	12,30 V
2,885	3,000	0,76 B	1,22 B	1,77 B	2,40 B	3,11 B	3,90 B	6,16 B	8,87 B	11,78 V	11,79 V

maßgebend: B = Biegung, Q = Querkraft, V = Verankerung

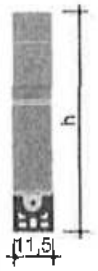
Tabelle für die zulässige Belastung q_{Ed} in kN/m — **Sturzbreite b = 11,5 cm / Auflagerlänge l_a = 17,5 cm**

B 500 A oder B 500 B - 1 Ø 8

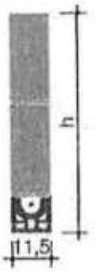
Lichte Weite	Stützweite	Gesamthöhe h in cm									
m	m	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	62,5	75,0	100,0	125,0
0,885	1,060	6,11 B	9,77 B	14,15 B	19,21 B	24,92 B	31,23 B	33,46 B	33,46 B	33,46 B	33,46 B
1,010	1,185	4,69 B	7,82 B	11,32 B	15,37 B	19,94 B	24,99 B	32,59 B	32,69 B	32,69 B	32,69 B
1,135	1,310	4,00 B	6,40 B	9,27 B	12,58 B	16,31 B	20,45 B	31,97 B	31,97 B	31,97 B	31,97 B
1,260	1,435	3,33 B	5,33 B	7,72 B	10,49 B	13,60 B	17,04 B	27,01 B	31,31 B	31,31 B	31,31 B
1,510	1,685	2,42 B	3,87 B	5,60 B	7,60 B	9,86 B	12,36 B	19,59 B	28,11 B	30,12 B	30,12 B
1,760	1,935	1,83 B	2,93 B	4,25 B	5,77 B	7,48 B	9,37 B	14,85 B	21,32 B	29,08 B	29,08 B
2,010	2,185	1,44 B	2,30 B	3,33 B	4,52 B	5,86 B	7,35 B	11,65 B	16,72 B	26,25 B	26,25 B
2,260	2,435	1,16 B	1,85 B	2,68 B	3,64 B	4,72 B	5,92 B	9,38 B	13,46 B	21,13 B	21,13 B
2,510	2,685	0,95 B	1,52 B	2,21 B	2,99 B	3,88 B	4,87 B	7,71 B	11,07 B	17,38 B	17,38 B
2,760	2,935	0,80 B	1,27 B	1,86 B	2,51 B	3,25 B	4,07 B	6,46 B	9,27 B	14,55 B	14,55 B
2,885	3,060	0,73 B	1,17 B	1,70 B	2,31 B	2,99 B	3,76 B	5,94 B	8,52 B	13,38 B	13,38 B

maßgebend: B = Biegung, Q = Querkraft, V = Verankerung

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 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 cm**



Als Typenentwurf
in bautechnischer Hinsicht geprüft
Prüfnummer 14.7
Landesstelle für Bautechnik Baden-Württemberg
Tübingen, den 26.6.2018
Der Bearbeiter:

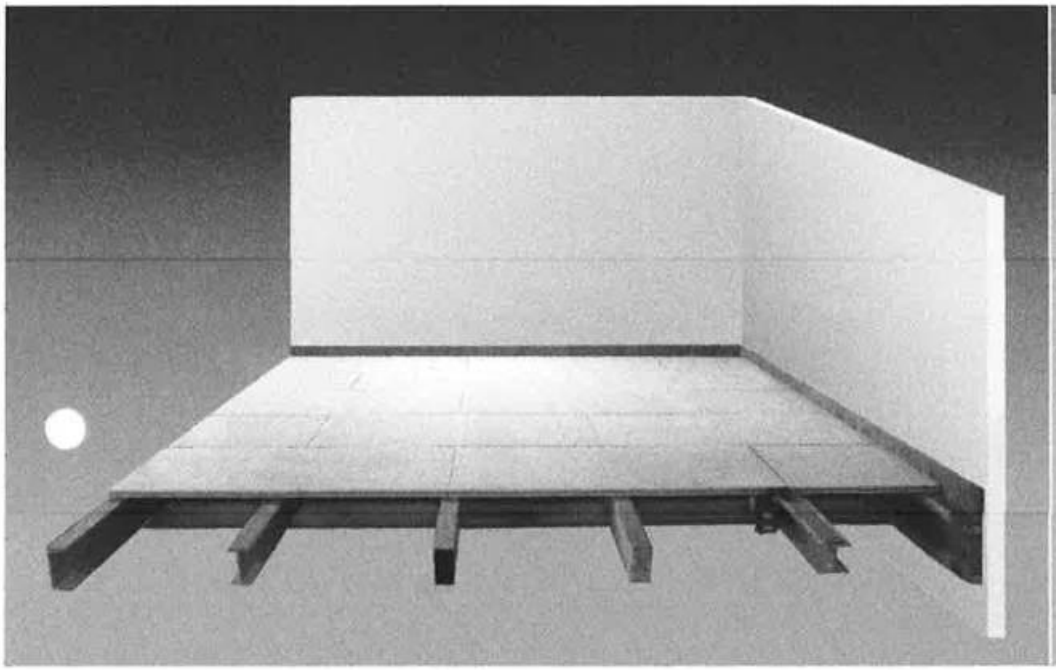
REGIERUNGSPRÄSIDIUM TÜBINGEN

Nächster Sichtvermerk durch die Landesstelle für Bautechnik ist spätestens am 26.6.2023 erforderlich.

Wienerberger

Wienerberger GmbH
Oldenburger Allee 26 · 30659 Hannover
Tel. (05 11) 61 70-0 · Fax (05 11) 61 44 03
info.de@wienerberger.com · www.wienerberger.de

A.1.3-1



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 Beplankungsvarianten 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 Fertigteilestrich 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 ≤ L/500 betragen. Statische Berechnung bauseits.

Die Tragfähigkeiten der linienaufgelagerten Systeme wurden auf Basis der Norm EN 13213, Hohlböden, 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 GIFAftoor ist ideal für Wohn- und Bürogebäude, Plegeheime ...

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 [mm]	Reihe	Stützweite [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 Linienlager) im Feldbereich, d.h. Querstöße sind auf dem Linienauflager auszubilden. Bei Querstößen im Feld sind die in dieser Tabelle genannten Nutzlasten um 50 % abzumindern.*

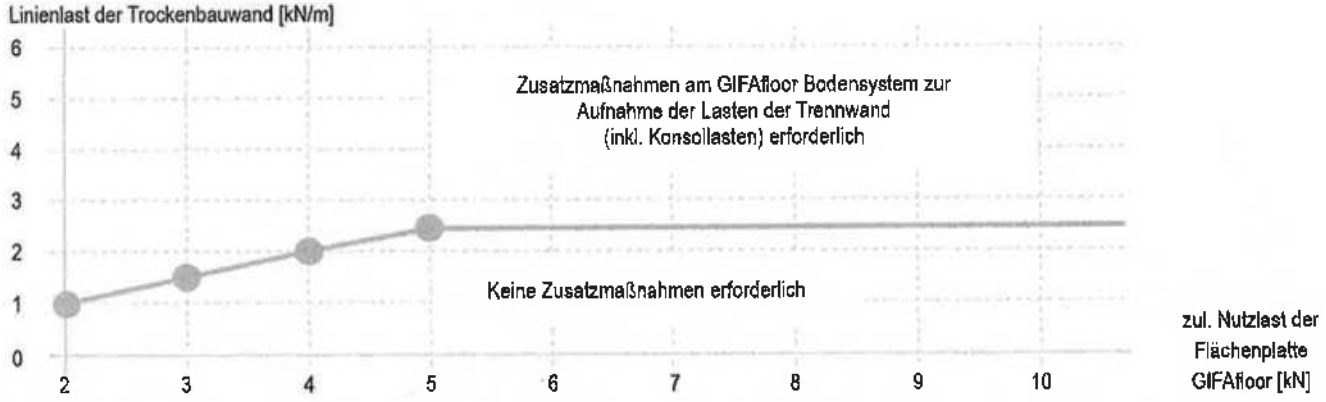
** *Zwei Querstöße hintereinander in einem Feld in der GIFAfloor-Elementlage sind unzulässig.*

*** *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 Tragfähgkeit „der unteren Lage alleine" zu verwenden.*

Trockenbauwände auf GIFAfloor Bodensystemen F191.de und F192.de

(nichttragende innere Trennwände nach DIN 4103-1:2015-06)



Auf GIFAfloor linienaufgelagerten Bodensystemen mit einer zulässigen Nutzlast der Flächenplatte von ≥ 2,0kN 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.

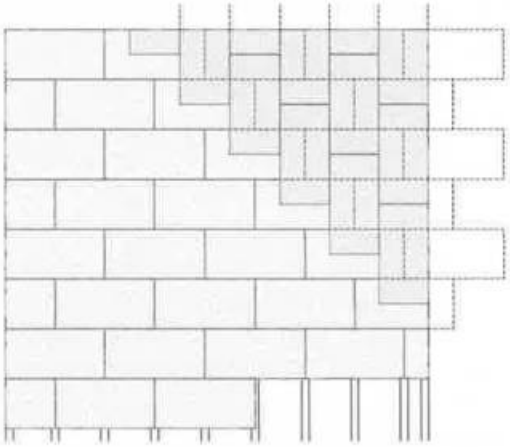
Trockenbauwände, die im rechten Winkel zur Tragkonstruktion auf den GIFAfloor aufgestellt werden, dürfen eine Linienlast, die dem Wert der Nutzlast der Flächenplatte des GIFAfloor entspricht ohne Zusatzmaßnahmen aufgestellt werden.

Trockenbauwände, die schräg zur Tragkonstruktion auf den GIFAfloor aufgestellt werden und der Abstand der Querung > 1,2m 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.

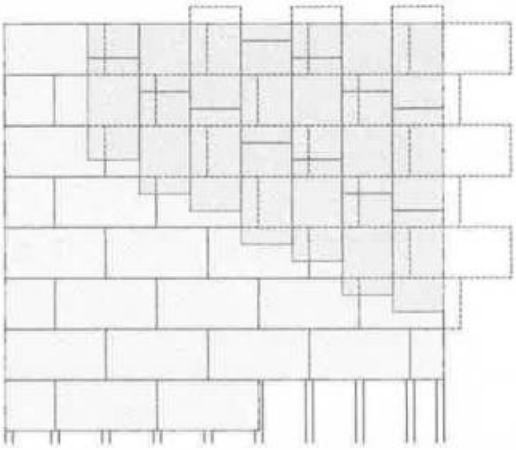
Bei größeren als den zuvor genannten zu erwartenden Lasten durch Trennwände einschließlich Konsollasten sind GIFAfloor Systeme mit höheren Tragfähigkeiten und/oder zusätzliche Tragkonstruktion und/oder geeignete Wechsel in erforderlichem Abstand/erforderlicher Anzahl unterhalb der betreffenden Trennwände/Trennwandbereiche 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.

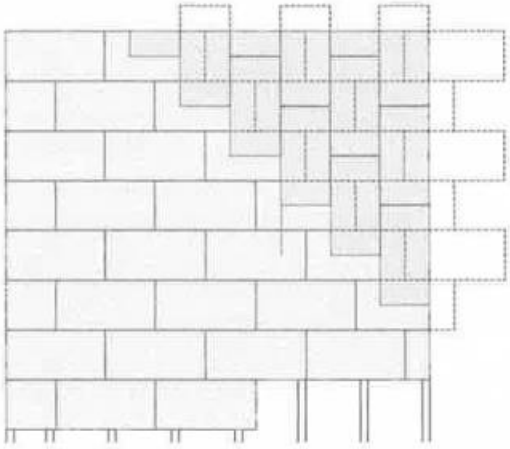
Beispiel: Stirnkantenstöße der unteren Lage auf den Auflagern
optimaler Fugenversatz der zweiten Lage 30cm



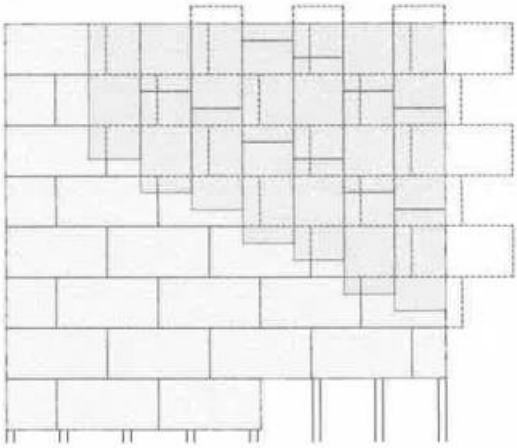
Beispiel: Stirnkantenstöße der unteren Lage auf den Auflagern
Fugenversatz der zweiten Lage mindestens 20cm



Beispiel: Stirnkantenstöße der unteren Lage fliegend
optimaler Fugenversatz der zweiten Lage 30cm

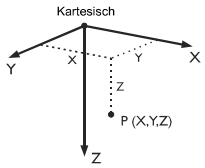


Beispiel: Stirnkantenstöße der unteren Lage fliegend
Fugenversatz der zweiten Lage mindestens 20cm



MODELL-BASISANGABEN

	Allgemein	Modellname	:	0.03 Stahltreppe Foyer_r
		Modelbezeichnung	:	Innentreppe
		Projektname	:	Uckermaerkische 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/s²



1.1 KNOTEN

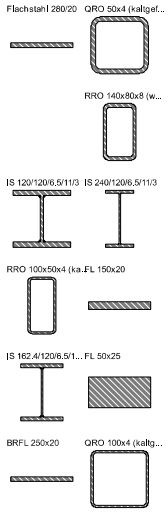
Knoten Nr.	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten X [m]	Y [m]	Z [m]	Kommentar
1	-	Kartesisch	-0.525	-2.370	-0.334	
2	-	Kartesisch	-0.382	-2.393	-0.334	
3	-	Kartesisch	-0.380	-2.370	0.000	Abgestützt
4	-	Kartesisch	-0.239	-2.416	-0.507	
5	-	Kartesisch	-0.239	-2.416	-0.334	
6	-	Kartesisch	-0.145	0.000	-0.334	
7	-	Kartesisch	-0.096	-2.439	-0.507	
8	-	Kartesisch	-0.002	-0.023	-0.334	
9	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.000	Abgestützt
10	-	Kartesisch	0.047	-2.462	-0.681	
11	-	Kartesisch	0.047	-2.462	-0.507	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
77	-	Kartesisch	3.244	-1.759	0.000	Abgestützt
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 X [m]	Y [m]	Z [m]	Kommentar
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	

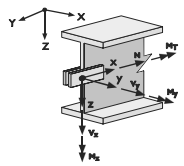
1.2 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm²]	Modul G [kN/cm²]	Spez. Gewicht γ [kN/m³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 235 | DIN EN 1993-1-1:2010-12					
	21000.00	8076.92	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch



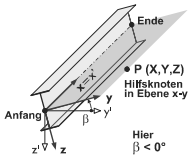
1.3 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_T [cm⁴] A [cm²]	I_y [cm⁴] A_y [cm²]	I_z [cm⁴] A_z [cm²]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm] Breite b	Höhe h
1	Flachstahl 280/20							
	1	71.31	18.67	3658.67	0.00	0.00	280.0	20.0
		56.00	46.67	46.67				
2	QRO 50x4 (kaltgefertigt)							
	1	40.40	23.70	23.70	0.00	0.00	50.0	50.0
		6.95	3.13	3.13				
3	RO 114.3x5(kaltgefertigt)							
	1	625.00	313.00	313.00	0.00	0.00	114.3	114.3
		21.40	10.67	10.67				
4	RRO 140x80x8 (warmgefertigt)							
	1	733.00	776.00	314.00	0.00	0.00	80.0	140.0
		32.00	8.19	19.35				
5	IS 120/120/6.5/11/3							
	1	11.03	837.79	317.02	0.00	0.00	120.0	120.0
		32.77	22.04	6.48				
6	IS 240/120/6.5/11/3							
	1	12.13	4024.95	317.30	0.00	0.00	120.0	240.0
		40.57	22.08	14.21				
7	RRO 100x50x4 (kaltgefertigt)							
	1	113.00	134.00	44.90	0.00	0.00	50.0	100.0
		10.90	2.47	7.07				
8	FL 150x20 | DIN 1017-1							
	1	36.64	10.00	562.50	0.00	0.00	150.0	20.0
		30.00	25.00	25.00				
9	IS 162.4/120/6.5/11/3							
	1	11.42	1664.33	317.12	0.00	0.00	120.0	162.4
		35.52	22.06	9.20				
	Interpolierte Querschnitte (aus Stabteilung)							
10	FL 50x25 | DIN 1017-1							
	1	17.88	6.51	26.04	0.00	0.00	50.0	25.0
		12.50	10.42	10.42				
11	BRFL 250x20 | DIN 59200							
	1	63.31	16.67	2604.17	0.00	0.00	250.0	20.0
		50.00	41.67	41.67				
12	QRO 100x4 (kaltgefertigt)							
	1	362.00	226.00	226.00	0.00	0.00	100.0	100.0
		14.90	6.47	6.47				



1.4 STABENDGELENKE

Gelenk Nr.	Bezugs-system	Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder [kN/m] u_x	u_y	u_z	Momentengelenk bzw. Feder [kNm/rad] 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 Anfang	Knoten Ende	Drehung Typ	Drehung β [°]	Querschnitt Anfang	Querschnitt Ende	Gelenk Nr. Anfang	Gelenk Nr. Ende	Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
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 Anfang	Knoten Ende	Drehung Typ	Drehung β [°]	Querschnitt Anfang	Querschnitt Ende	Gelenk Nr. Anfang	Gelenk Nr. Ende	Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
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
												Linear	
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
												Linear	
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

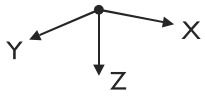
1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten Anfang	Knoten Ende	Drehung Typ	Drehung β [°]	Querschnitt Anfang	Querschnitt Ende	Gelenk Nr. Anfang	Gelenk Nr. Ende	Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
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 Anfang	Knoten Ende	Drehung Typ	Drehung β [°]	Querschnitt Anfang	Querschnitt Ende	Gelenk Nr. Anfang	Gelenk Nr. Ende	Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
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



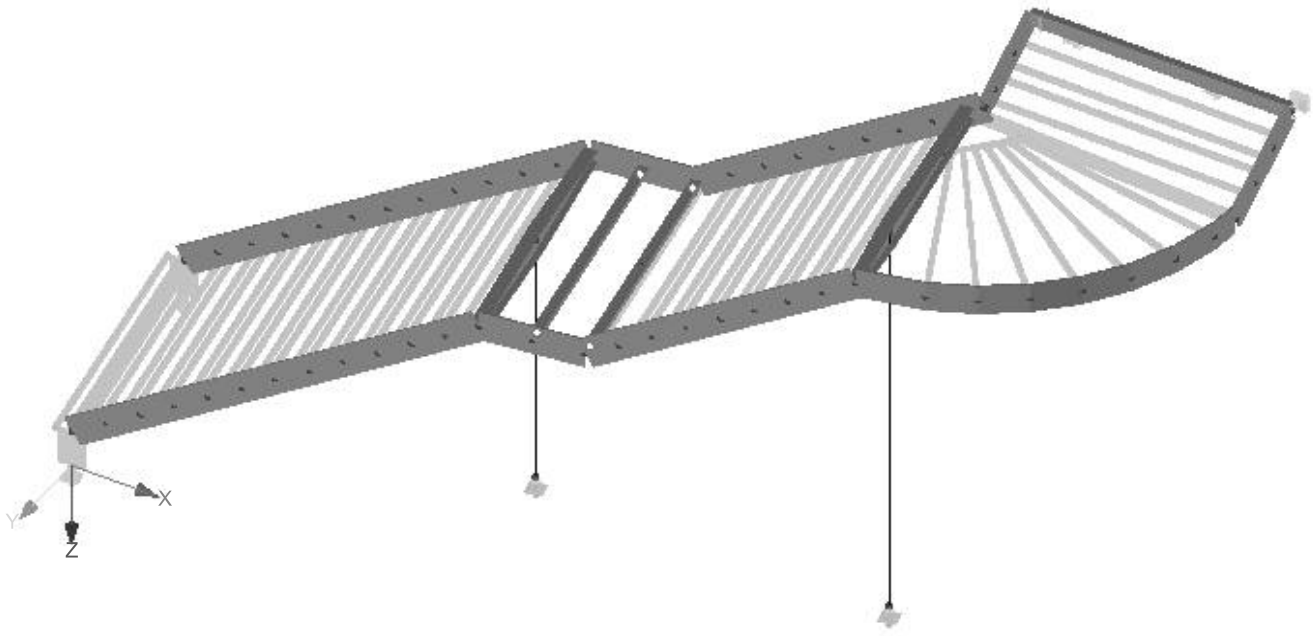
Lager Nr.	Knoten Nr.	Folge	Lagerdrehung [°] um X	um Y	um Z	Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder $u_{X'}$	$u_{Y'}$	$u_{Z'}$	$\varphi_{X'}$	$\varphi_{Y'}$	$\varphi_{Z'}$
1	3,9	XYZ	0.00	0.00	-12.71	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐
2	150	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☐	☒	☒	☐	☐
3	77,144	XYZ	0.00	0.00	-12.71	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐
4	158	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☒	☒	☒	☐	☐
5	163	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☐	☒	Feder	☐	☐	☐
6	131	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☒	Feder	☐	☐	☐

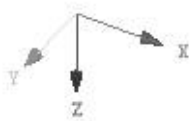
1.8.2 KNOTENLAGER - FEDERN

Lager Nr.	Knoten Nr.	Wegfeder [kN/m] $C_{u,X'}$	$C_{u,Y'}$	$C_{u,Z'}$	Drehfeder [kNm/rad] $C_{\varphi,X'}$	$C_{\varphi,Y'}$	$C_{\varphi,Z'}$
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	
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

LF1
Eigengewicht

3.2 STABLASTEN

LF1: Eigengewicht

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	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				
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene		:	☒z
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten:		:	☒Lokal in x, y, z
	Lastangriffsbereich	☒Völlig geschlossene Ebene			
	Lastverteilungstyp:	☒Kombiniert			
	Flächenlastgröße	☒Konstant		:	1.20 kN/m²
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten		:	78,87,83,70
		Hinweis		:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene
	Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P_{Flächen}$	X	:	0.000 kN
			Y	:	0.000 kN
			Z	:	3.041 kN
		$\Sigma P_{Stäbe}$	X	:	0.000 kN
			Y	:	0.000 kN
			Z	:	1.312 kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M_{Flächen}$	X	:	-5.503 kNm
			Y	:	-11.018 kNm
			Z	:	0.000 kNm
		$\Sigma M_{Stäbe}$	X	:	-2.428 kNm
			Y	:	-5.143 kNm
			Z	:	0.000 kNm
	Zellen für Generierung gewählt	Σ Anzahl Zellen		:	1
		Σ Zellenfläche		:	1.093 m²
	Flächenlast wird umgewandelt auf Stäbe Nr.			:	98,100,103,105, 107-110,112,114
2	Aus Flächenlasten durch Ebene				
	Flächenlastrichtung	Senkrecht zur Ebene		:	☒z
	Stablastrichtung	Richtung der generierten Stablasten:		:	☒Lokal in x, y, z

3.5 GENERIERTE LASTEN — LF1: Eigengewicht

Nr.	Lastbezeichnung			
	Lastangriffsbereich	☒Völlig geschlossene Ebene		
	Lastverteilungstyp:	☒Kombiniert		
	Flächenlastgröße	☒Konstant	:	1.20 kN/m²
	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
		ΣP 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
		ΣM 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 m²
	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
							B	2.400	m
2	Stäbe		Moment	Konstant	x	Wahre Länge	m	-1.100	kNm/m
	5,13,21,29,37,45,53,61,69,77,85,93								

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
							B	2.400	m
2	Stäbe		Moment	Konstant	x	Wahre Länge	m	-1.100	kNm/m
	103,109,111,117,124,132,140,148,156,164,172								

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/m²
	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
		ΣP 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
		ΣM 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 m²
	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		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	0.000	m
							B	1.200	m
2	Stäbe		Moment	Konstant	x	Wahre Länge	m	1.100	kNm/m
	16,24,32,40,48,56,64,72,80,88,96,104								

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		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	0.000	m
							B	1.200	m
2	Stäbe		Moment	Konstant	x	Wahre Länge	m	1.100	kNm/m
	107,112,119,127,135,143,151,159,167,185								

■ 3.5 GENERIERTE LASTEN — LF5: Nutzlast 4

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/m²
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	:	85,76,80,87	
		Hinweis	:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene	
	Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P_{Flächen}$ X	:	0.000	kN
		Y	:	0.000	kN
		Z	:	5.465	kN
		$\Sigma P_{Stäbe}$ X	:	0.000	kN
		Y	:	0.000	kN
		Z	:	5.465	kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M_{Flächen}$ X	:	-6.711	kNm
		Y	:	-20.714	kNm
		Z	:	0.000	kNm
		$\Sigma M_{Stäbe}$ X	:	-6.711	kNm
		Y	:	-20.714	kNm
		Z	:	0.000	kNm
	Zellen für Generierung gewählt	Σ Anzahl Zellen	:	2	
		Σ Zellenfläche	:	1.093	m²
	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		Moment	Konstant	x	Wahre Länge	m	1.100	kNm/m
	199,202,211,214,216,218-221,224,227								

■ 3.5 GENERIERTE LASTEN — LF6: Nutzlast 5

Nr.	Lastbezeichnung				
2	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/m²
	Berandung der Flächenlastebene	Eckknoten	:	147,154,155,156,159, 160,161,162,170,127	
		Hinweis	:	Jede Zeile in der Liste beschreibt eine Ebene	
	Gesamtlasten generieren in Richtung	$\Sigma P_{Flächen}$ X	:	0.002	kN
		Y	:	-0.003	kN
		Z	:	20.889	kN
		$\Sigma P_{Stäbe}$ X	:	0.000	kN
		Y	:	-0.001	kN
		Z	:	20.889	kN
	Gesamtmoment zum Ursprung	$\Sigma M_{Flächen}$ X	:	-50.998	kNm
		Y	:	-154.748	kNm
		Z	:	-0.019	kNm

■ 3.5 GENERIERTE LASTEN

LF6: Nutzlast 5

Nr.	Lastbezeichnung				
		$\Sigma M_{Stäbe}$	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] P_X	P_Y	P_Z	Lagermomente [kNm] M_X	M_Y	M_Z	
3	LF1	-0.63	0.06	6.70	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF2	0.08	1.61	11.37	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF3	-0.73	0.18	1.83	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF4	-0.13	0.97	0.29	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF5	0.27	-0.09	-1.98	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF6	-0.88	0.17	1.59	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
								Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem
9	LF1	0.05	0.00	5.31	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF2	-0.87	-1.60	0.13	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF3	-0.28	-0.13	-1.68	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF4	0.43	-0.90	10.86	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF5	0.21	0.12	1.16	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF6	0.24	-0.15	-1.16	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
								Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem
77	LF1	0.01	0.05	21.37	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF2	0.03	0.16	11.52	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF3	0.02	0.11	10.64	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF4	-0.02	-0.16	10.36	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF5	-0.02	-0.14	9.85	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF6	0.02	0.14	-3.82	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
								Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem
131	LF1	1.75	-0.01	0.36	0.00	0.00	0.00	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	φ_Z=-12.71 °
	LF2	0.01	0.08	-2.86	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF3	0.02	0.15	0.16	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF4	-0.01	-0.07	2.18	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF5	-0.02	-0.19	12.35	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
	LF6	-0.01	0.03	18.70	0.00	0.00	0.00	φ_Z=-12.71 °
								Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem
150	LF1	-1.97	0.00	3.96	2.12	0.00	0.00	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] N	V_y	V_z	Momente [kNm] M_T	M_y	M_z	Zugehörige Lastfälle
	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] N	V_y	V_z	Momente [kNm] M_T	M_y	M_z	Zugehörige Lastfälle
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] N	V_y	V_z	Momente [kNm] M_T	M_y	M_z	Zugehörige Lastfälle
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] P_X	P_Y	P_Z	Lagermomente [kNm] M_X	M_Y	M_Z	Zugehörige Lastfälle
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
									Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem
9	EK1	Max P_X	1.39	-1.38	23.46	0.00	0.00	0.00	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
									Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem
77	EK1	Max P_X	0.12	0.67	56.34	0.00	0.00	0.00	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] P_X	P_Y	P_Z	Lagermomente [kNm] M_X	M_Y	M_Z	Zugehörige Lastfälle
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
								Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem	
131	EK1	Max P_X	11.90	-1.33	2.08	0.00	0.00	0.00	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
								Schiefe Lagerung -> Bezug auf das globale Achsensystem	
150	EK1	Max P_X	1.10	0.00	-2.89	-1.93	0.00	0.00	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
		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
163	EK1	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

STAHL EC3
FA1
Bemessung nach Eurocode 3

Projekt: Uckermaerkische Bühnen Schwedt
Sanierung

Modell: 0.03 Stahltreppe Foyer_r
Innentreppe

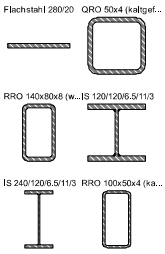
1.1 BASISANGABEN

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

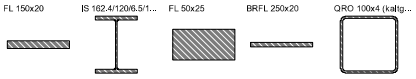
1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/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
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 QUERSCHNITTSWEISE

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 QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
							Querschnitt
	53	0.068	EK1	0.34	≤ 1	CS208)	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
2	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
4	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
	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
5	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
6	IS 240/120/6.5/11/3						
	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
	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 QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
							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
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

STAHL EC3
FA2
Stabilitätznachweis
Stützen

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

RO 114.3x5

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 QUERSCHNITTSWEISE

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

Anl. H2-1

BAUHERR

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	Dipl.-Ing. Peter Ziemendorf

BERKHOLZ-MEYENBURG, den 18.10.2001

IN BAUTECHNISCHER HINSICHT GEPRÜFT

STANDSICHERHEIT BRANDSCHUTZ

WÄRMESCHUTZ SCHALLSCHUTZ

PRÜFNR. 70401

BRANDENBURGISCHE INGENIEURKAMMER
Dipl.-Ing. P. Ziemendorf 10029/94
bauvorlageberechtigt
BERATENDER INGENIEUR

Anl. H2-2

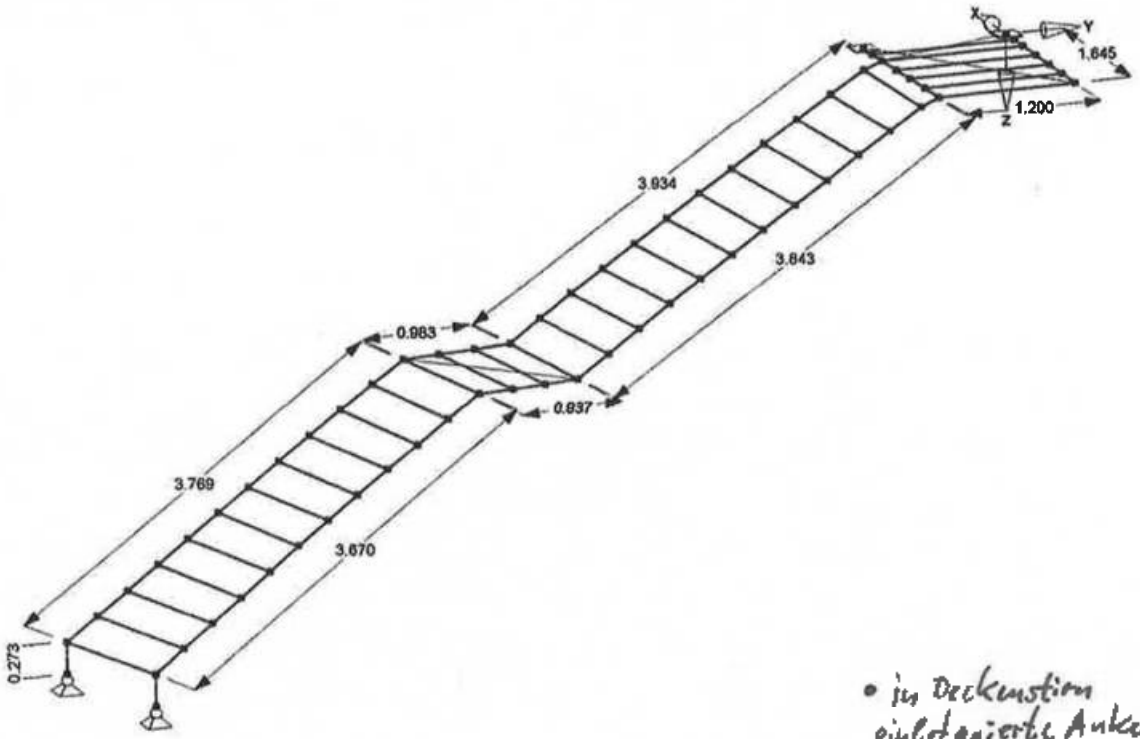
Ingenieure Ziemendorf & Effenberger GbR
Bergstraße 8, 16306 BERKHOLZ-MEYENBURG
Tel: 03332/43170 - Fax: 03332/431710

GRAFIK

Projekt: p1003-01 UBS, VTH, 2.BA, 1.Nachtrag	Position: stahltre Stahltreppe	Seite: 3 Blatt: 5 18.10.2001

STRUKTUR, VERMASSUNG

Isometrie

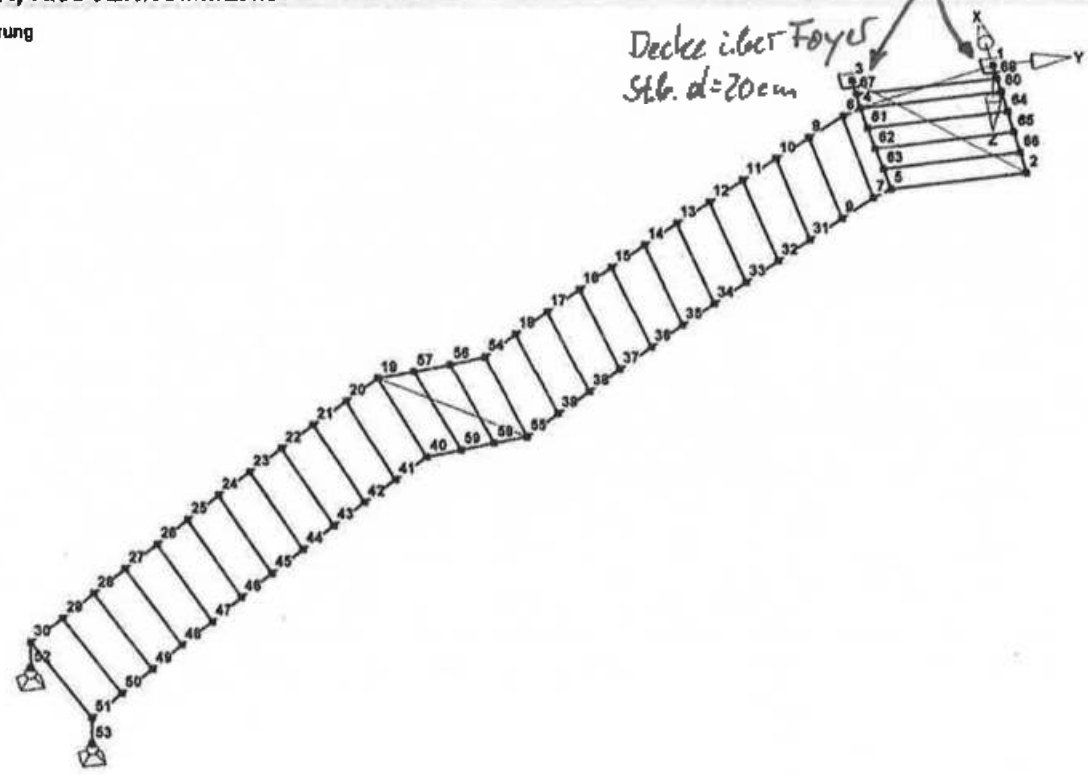


• in Deckenstirn einbetonierte Ankerplatten

STRUKTUR, KNOTENNUMMERN

Knotennumerierung

Isometrie



Ingenieure Ziemendorf & Effenberger GbR
Bergstraße 8, 16306 BERKHOLZ-MEYENBURG
Tel: 03332/43170 - Fax: 03332/431710

ERGEBNISSE

Projekt: p1003-01 UBS, VTH, 2.BA, 1.Nachtrag	Position: stahltre Stahltreppe	Seite: 16 Blatt: 5 16.10.2001

MAX/MIN/ZUGEH-AUFLAGERKRÄFTE UND -MOMENTE

Knoten-Nr.	LK-Nr.		Auflagerkräfte [kN] P-X	P-Y	P-Z	Auflagermomente [kNm] 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:						
		LF'e in Min P-Z: LG1						
		Max M-X	43.35	54.88	-27.32	.01	-14.42	-.63
		Min M-X	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		LF'e in Max M-X: LG1						
		LF'e in Min M-X:						
		Max M-Y	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		Min M-Y	43.35	54.88	-27.32	.01	-14.42	-.63
		LF'e in Max M-Y:						
		LF'e in Min M-Y: LG1						
		Max M-Z	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		Min M-Z	43.35	54.88	-27.32	.01	-14.42	-.63
		LF'e in Max M-Z:						
		LF'e in Min M-Z: LG1						
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:						
		LF'e in Min P-X: LG1						
		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:						
		Max M-X	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		Min M-X	-29.66	20.93	64.65	-.36	57.69	-1.57
		LF'e in Max M-X:						
		LF'e in Min M-X: LG1						
		Max M-Y	-29.66	20.93	64.65	-.36	57.69	-1.57
		Min M-Y	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		LF'e in Max M-Y: LG1						
		LF'e in Min M-Y:						
		Max M-Z	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		Min M-Z	-29.66	20.93	64.65	-.36	57.69	-1.57
		LF'e in Max M-Z:						
		LF'e in Min M-Z: LG1						
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:						
		LF'e in Min P-X: LG1						
		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:						
		LF'e in Min P-Y: LG1						
		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:						
		Max M-Z	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		Min M-Z	-8.80	-45.43	52.29	.00	.00	-.10
		LF'e in Max M-Z:						
		LF'e in Min M-Z: LG1						
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:						
		LF'e in Min P-X: LG1						
		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:						
		LF'e in Min P-Y: LG1						
		Max P-Z	-4.89	-30.38	38.10	.00	.00	-.10
		Min P-Z	.00	.00	.00	.00	.00	.00

Ingenieure Ziemendorf & Effenberger GbR
Bergstraße 8, 16306 BERKHOLZ-MEYENBURG
Tel: 03332/43170 - Fax: 03332/431710

GRAFIK

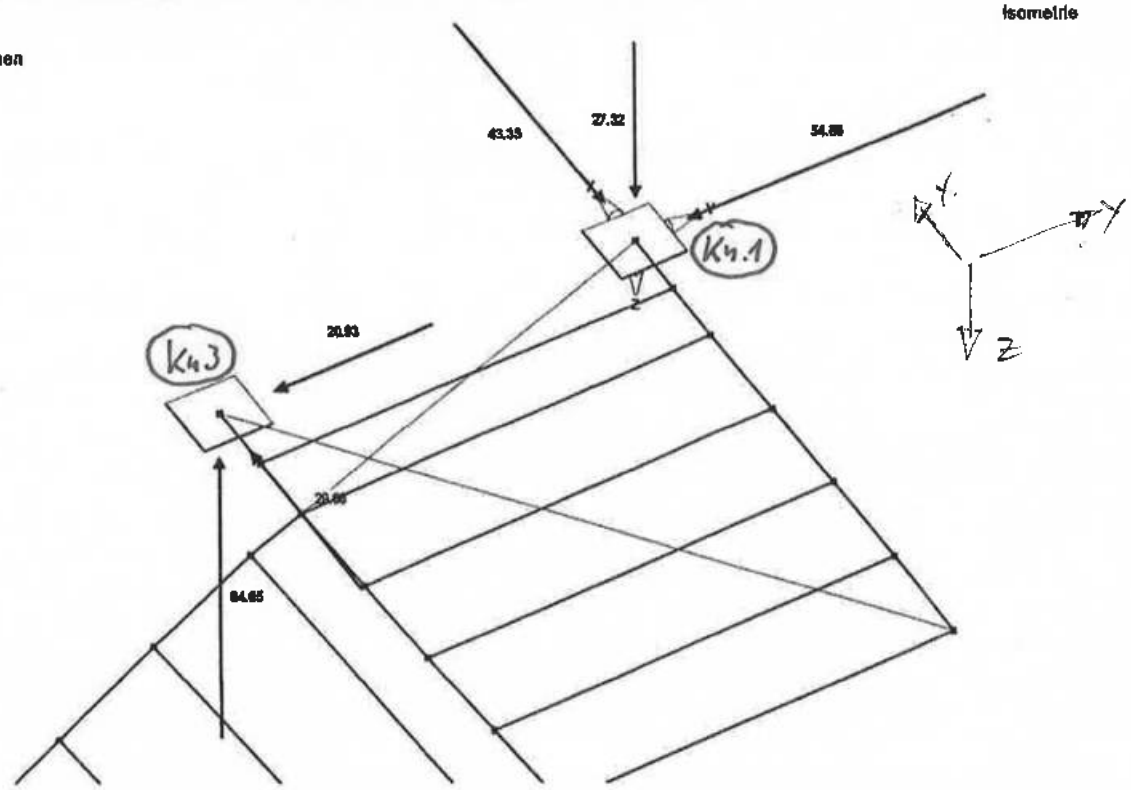
Projekt: p1003-01 UBS, VTH, 2.BA, 1.Nachtrag	Position: stahltre Stahltreppe -	Seite: 18 Blatt: 5 16.10.2001

ERGEBNISSE, LK1, AUFLAGERKRÄFTE, KOPFBEREICH

LK 1 - Bemessung

Isometrie

Extremale Auflagerreaktionen

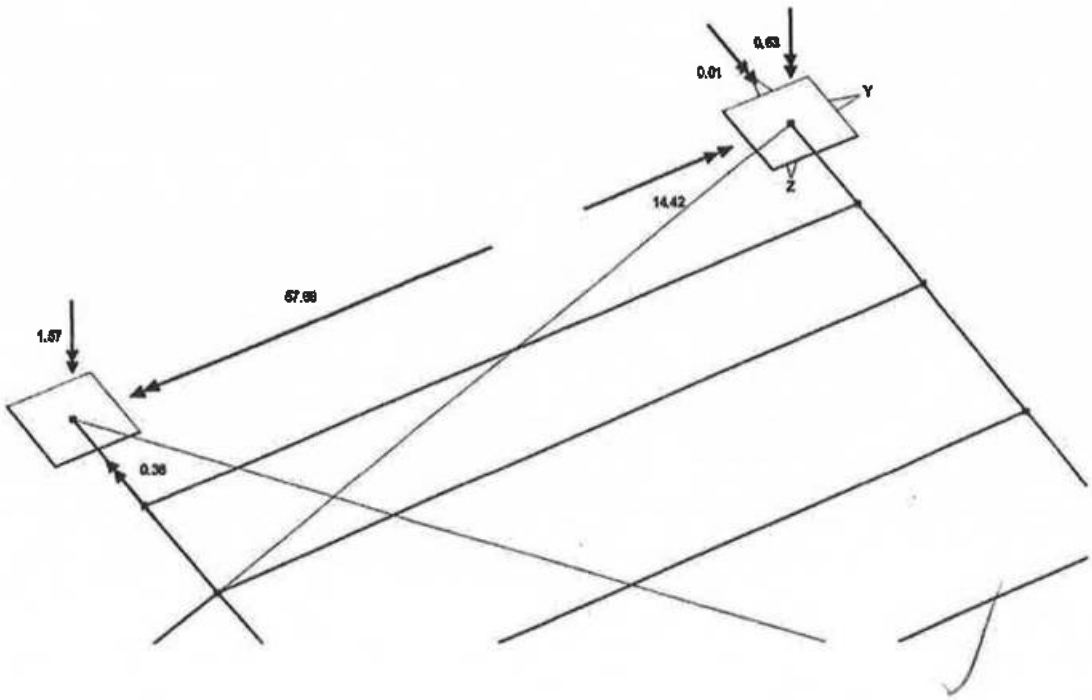


ERGEBNISSE, LK1, AUFLAGERMOMENTE

LK 1 - Bemessung

Isometrie

Extremale Auflagerreaktionen



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 kN
Hy = 45,93 kN
Hx = 8,87 kN
am Knoten 51
V = 38,75 kN
Hy = 31,35 kN
Hx = 5,07 kN
am Treppenkopf
am Knoten 3
V = 62,67 kN
Hy = 21,23 kN
Hx = 30,79 kN (Zug)
My = 54,77 kNm
Mz = -1,5 kNm
am Knoten 1
V = -26,37 kN
Hy = 56,05 kN
Hx = 44,73 kN (Druck)
My = -12,86 kNm

Für den Fußbereich ist unter der abgeknickten Treppenwange eine Fußplatte 330x200x20 mit Kehlnähten a = 3 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 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.Hx =7,74 + 13,35 = 21,09 kN
max.M = 13,75 + 23,80 = 37,55 kN/m
h = 0,13 m
Z = max.M/h + max.Hx/2 = 299,39 kN
Aerf = Z/(50/1,75) = 10,48 cm²
gew.: **4 Ø 20** mit Avorh. = 12,56 cm² > Aerf.
Auslastung η = Aerf/12,56 = **0,83 < 1**

Der Anschluß erfolgt über umlaufende Kehlnähte.
erf.As = Z/(0,95*24,0/1,1) = 14,44 cm²
lw = π*2,0 = 6,28 cm
aw = erf.As/(4*lw) = 0,57 cm
gewählt Kehlnahtdicke **aw = 7 mm > 5,7 mm**
Auslastung η = 10*aw/7,0 = **0,81 < 1**

Im unteren Bereich werden vier Druckstäbe Ø 20 angeordent, die in gleicher Weise angeschweißt werden und so die quer verlaufenden Kräfte (vertikal und horizontal) aufnehmen

$R = \sqrt{(62{,}67^2 + 21{,}23^2)} = 66{,}17$ kN

$\tau = R/(4*lw*aw) = 4{,}62$ kN/cm²

$f_{y,k}$ = TAB("Stahl/DIN";fyk;Bez="St 37-2")/10 = 24,00 kN/cm²

$\tau_{R,d} = f_{y,k}/(1{,}1*\sqrt{(3)}) = 12{,}60$ kN/cm²

$\tau/\tau_{R,d} = \mathbf{0{,}37 < 1}$

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 entgegesetzt. Es wird die gleiche Ankerplatte verwendet.

Stabauslastung:
Die Ausnutzung der Stabquerschnitte anhand der Vergleichsspannungen ist aus den entsprechenden Ausdrucken "**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 Ø 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 Fläches de Rundstabes Ø 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.

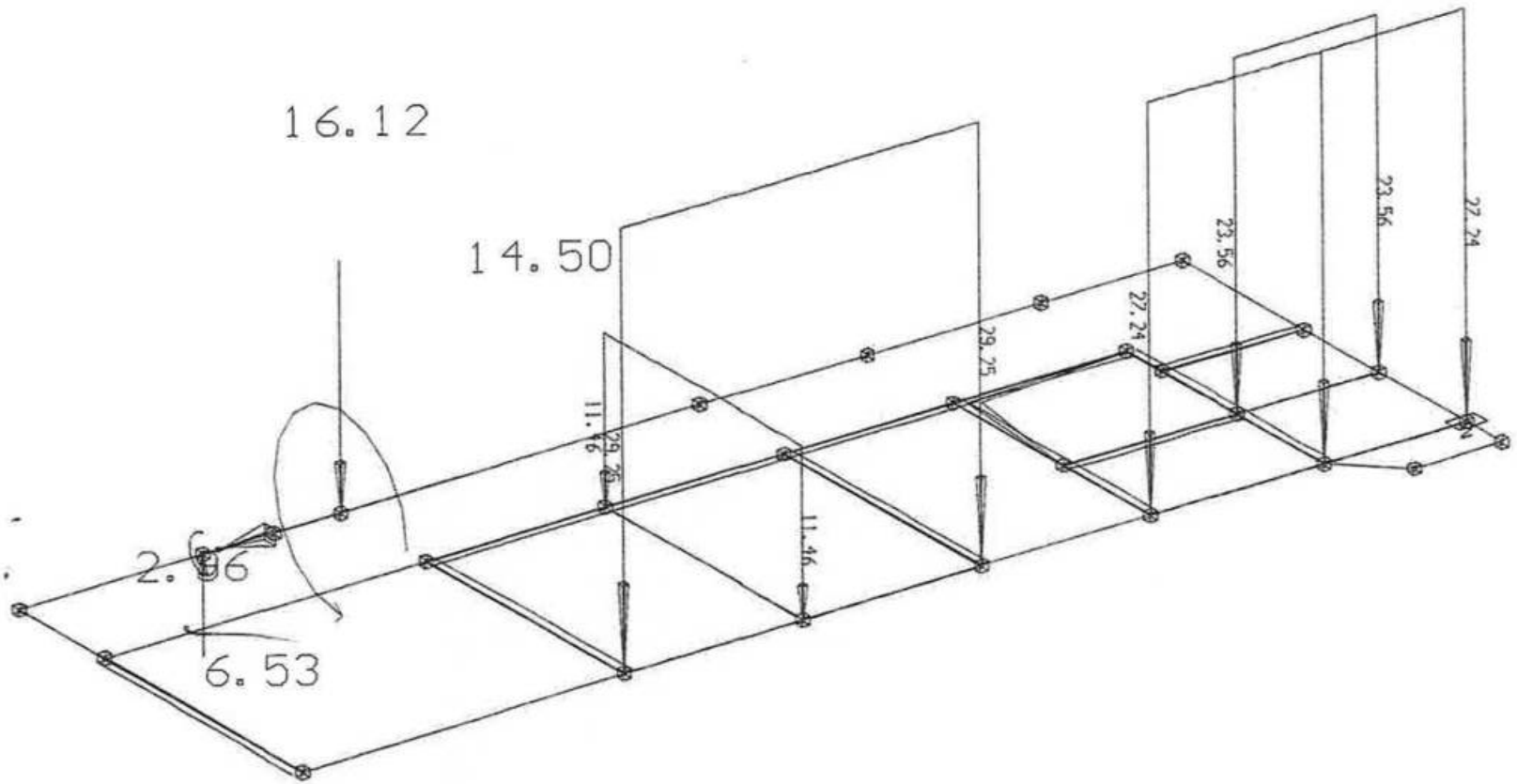
Belastung
ν-freie Lasten aus LF1 und LF2

	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 Treppenanschlusse 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/m2]
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/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

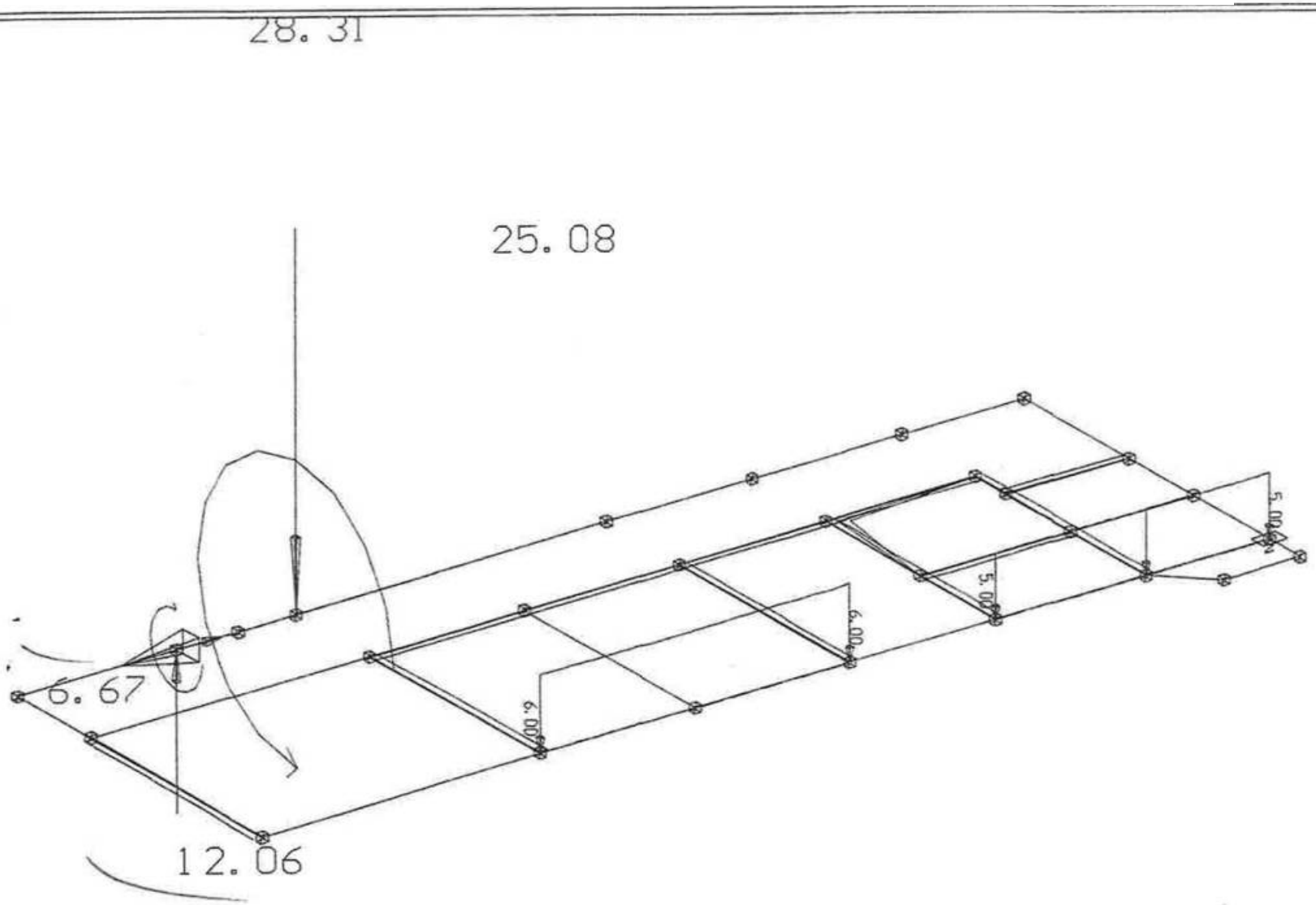
Plattenfläche
Dicke : PLATTE20
Material : B25

Uckermärkische Bühnen Schw
Veranstaltungs-u. Tagungsha
2. Bauabschnitt
Decke ü. EG im Foyer Pos.

Datum : 18.10.2001
Zeit : 12:47:33
Autor : Ziemendorf

RIB Bausoftware GmbH
TRIMAS Generierung
Version 6.2 Jul 30 2001

Anl. H2.8
S. 5. 29



Lasten
Fläche : [kN/m2]
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/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

Plattenfläche
Dicke : PLATTE20
Material : B25

Uckermärkische Bühnen Schwe
Veranstaltungs-u. Tagungshau
2. Bauabschnitt
Decke ü. EG im Foyer Pos. 1

Datum : 18.10.2001
Zeit : 12:47:51
Autor : Ziemendorf

RIB Bausoftware GmbH
TRIMAS Generierung
Version 6.2 Jul 30 2001

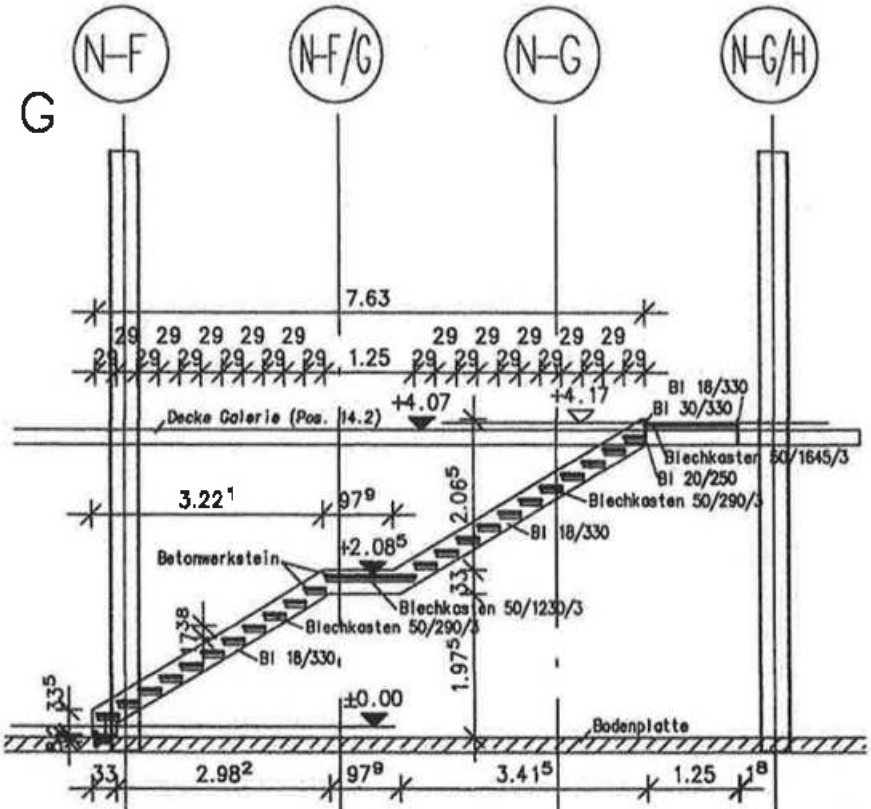
A41.HZ-9
S.5.30

Anl. H2-10

BAUHERR

NACHTRAG

G – G



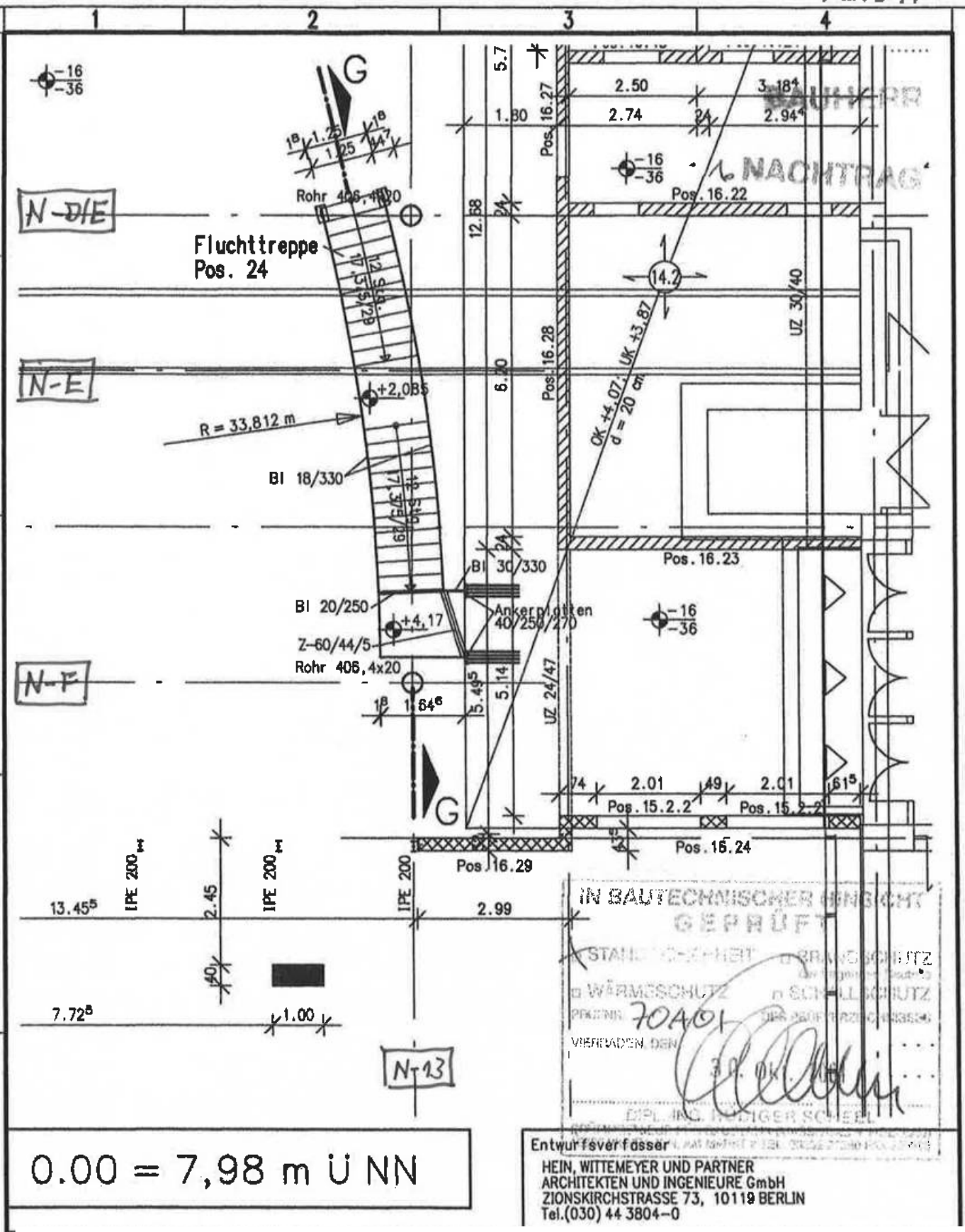
Fluchttreppe

IM BAUGENEHMIGUNGSVERFAHREN NICHT GEPRÜFT
STANDSICHERHEIT BRANDSCHUTZ
WÄRMESCHUTZ SCHALLSCHUTZ
PRÜFBUCH 70401
VERTRAGSNR.
38. OKT. 1999
DIPL.-ING. FRIEDRICH SCHEEL

0.00 = 7,98 m Ü NN

Entwurfsverfasser
HEIN, WITTEMEYER UND PARTNER
ARCHITEKTEN UND INGENIEURE GmbH
ZIONSKIRCHSTRASSE 73, 10119 BERLIN
Tel.(030) 44 3804–0

Anl. H2-11


N-DE
N-E
N-F
N-13
Fluchttreppe
Pos. 24
Rohr 406,4x20
R = 33,812 m
Bl 18/330
Bl 30/330
Bl 20/250
Z-60/44/5
Ankerplatten
40/250/270
Pos. 16.22
Pos. 16.23
Pos. 16.24
Pos. 16.29
Pos. 15.2.2
UZ 30/40
UZ 24/47
IPE 200
0.00 = 7,98 m Ü NN
NACHTRAG
BAUHERR
IN BAUTECHNISCHER HINSICHT GEPRÜFT
WÄRMESCHUTZ
SCHALLSCHUTZ
7040
DIPL.-ING. RÜDIGER SCHEEL
Entwurfsverfasser
HEIN, WITTEMEYER UND PARTNER
ARCHITEKTEN UND INGENIEURE GmbH
ZIONSKIRCHSTRASSE 73, 10119 BERLIN
Tel.(030) 44 3804-0

Anl. H2-12

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. Stahlbetonhohldielen (lichte Weite 2,0 m)) zu verschließen.

Der Klimakanal mit einer Breite von 5,50 m wurde für eine leichte Überdeckung (13,27 kN/m² auf Kanaldecke) und eine Verkehrslast von 4,0 kN/m² bemessen. Da der vorhandene Aufbau (0,55 cm Erdschüttung + Bodenplatte = 16,12 kN/m²) und die Verkehrslast (5,0 kN/m²) diese zul. Last überschreitet, müssen die Lasten über dem Klimakanl seitlich abgefangen werden. Über der Fläches des Klimakanls 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. Hierzug 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 MN/m³ 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/m³ reduziert. Der hier stirnseitig angeordnete Balken über dem Klimakanal wird ohne Bettung gerechnet.

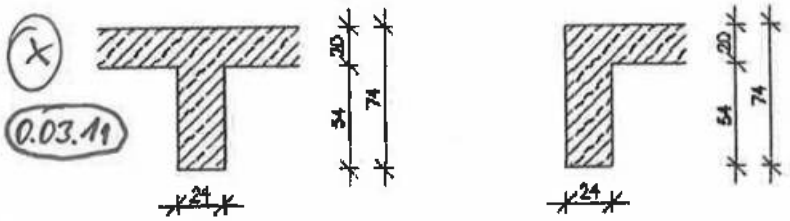
Die Profile der Stahltraveren des Hallenfoyerdaches sowie deren äußere Fundamente ragen aus dem Bereich der Frostschürze heraus. Hier ist die Frostschürze mit ca. 1 cm Fuge den Konturen entsprechend anzupassen

Material: Beton B25
Stahl BSt 500 S/M
Plattendicke 20 cm, in Teilbereichen 25 cm
Betondeckung nom c = 3,5 cm
Dicke der Frostschürze d = 24 cm
Dicke der Fundamentbalken d = 24 cm

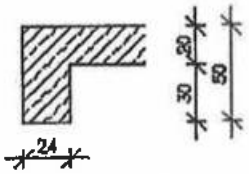
Die Platte wird in einem Stück mittels FEM-Programm gerechnet.

Die Eigenlasten der Bodenplatte werden vom Programm ermittelt!

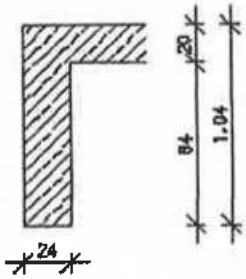
Balkenquerschnitte:
Stützbalken auf den Fundamenten



Balken über Klimakanal (ohne Bettung)



Frostschürze um Eingangsbereich



Belastung:

Ausbaulast auf der Bodenplatte:		g = 1,5 kN/m²	
Verkehrslast auf Bodenplatte		p = 5,0 kN/m² (wird nur über Klimakanal angesetzt)	
aus Pos. 16.23	L = 5,80 m	g = 105,61 kN/m	p = 26,19 kN/m
aus Pos. 16.24	L = 5,80 m	g = 82,73 kN/m	p = 24,43 kN/m
aus Pos. 16.28	L = 3,24 m	g = 93,84 kN/m	p = 28,16 kN/m
aus Pos. 16.29	L = 2,88 m	g = 48,38 kN/m	p = 0,00 kN/m
aus Pos. 16.30	L = 2,66 m	g = 48,38 kN/m	p = 0,00 kN/m

für die Fensterfassade auf OK Bodenplatte werden pauschal 5,0 kN/m angesetzt.

Verkehrslasten auf der Bodenplatte (außer über Klimakanal) wirken entlastend und bleiben unberücksichtigt.

Baugrund

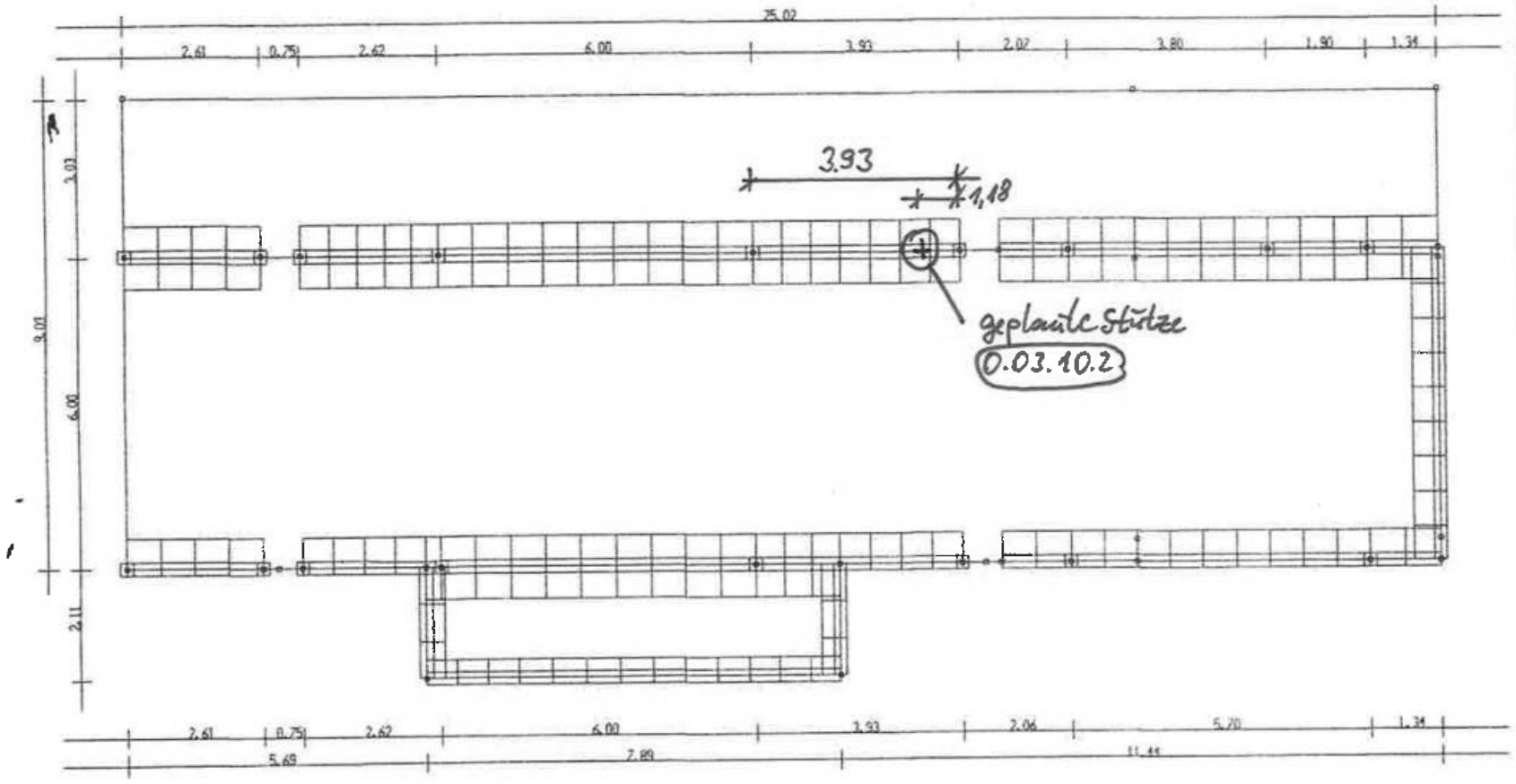
Im Bereich der Gründung steht nichtbindiger Fein- und Mittelsand mit grobsandigen Beimengungen an.
Aufgrund der Auffüllung des Baugrundes, der lagenweise einzubringen und vorschriftsmäßig zu verdichten ist wird für die Berechnung auf elastischer Bettung eine **Bettungszahl von 15,0 MN/m³** angenommen.
Für die Randbalken (Frostschürze) ergibt sich somit für 24 cm Balkenbreite eine Bettungszahl von 15*0,24 = 3,6 MN/m².

neue Prüfmethode

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 Laste)
Lastfall 2 - Verkehrslast



Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest, c=elast.
b=dz,rx,ry
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

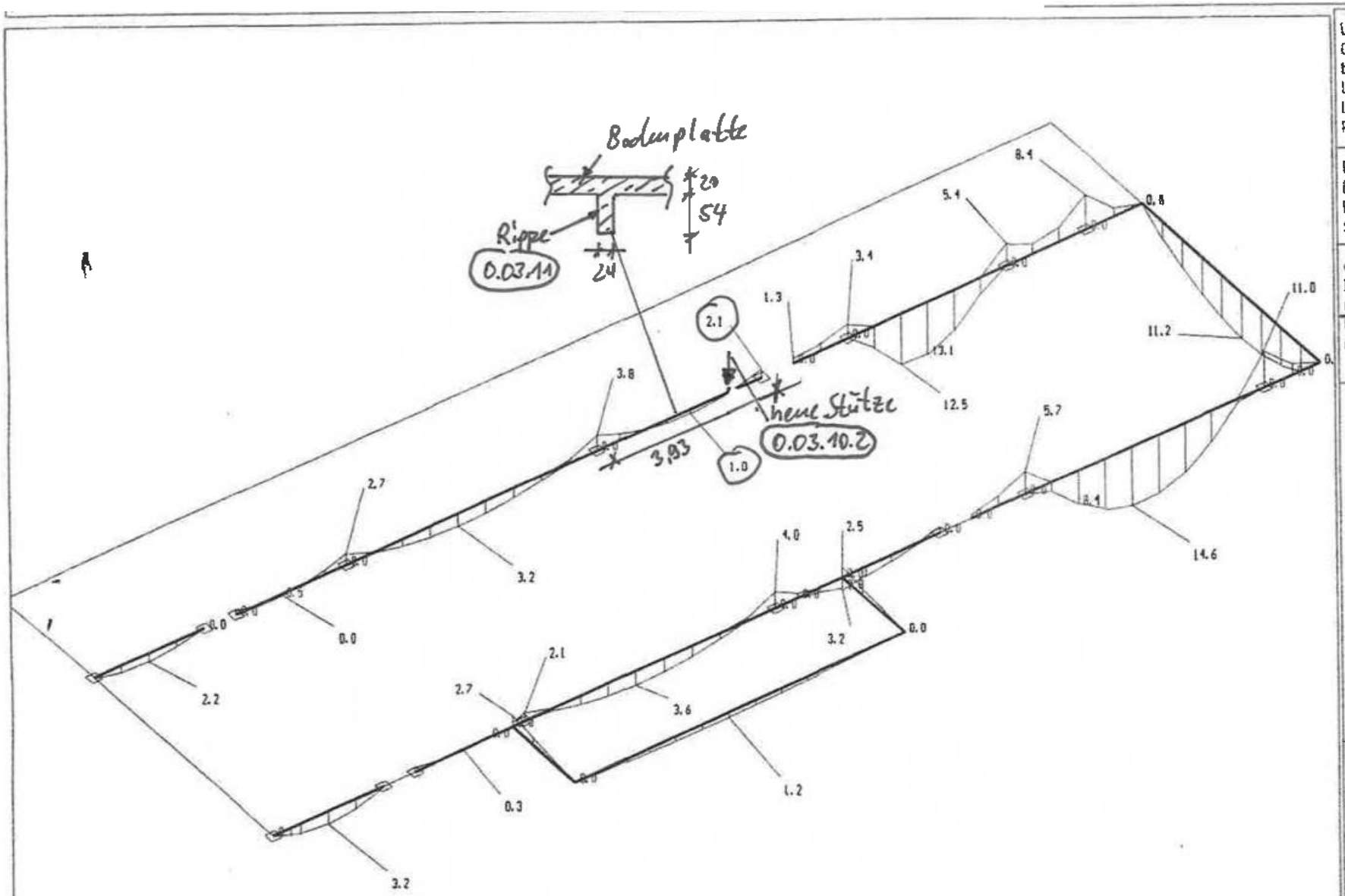
Plattenfläche
Dicke : PLATTE20
Material : B25
Bettung : bett5

Uckermärkische Bühnen Schwe
Veranstaltungs-u. Tagungshau
2. Bauabschnitt
Bodenplatte Pos. 20.2

Datum : 24.07.2001
Zeit : 11:32:35
Autor : Ziemendorf

RIB Bausoftware GmbH
TRIMAS Generierung
Version 6.2 Apr 12 2001

Anl. 112-14
2.2.6 ro



Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest, c=elast.
b=dz,rx,ry
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt : [kN/m; kNm]

Bemessung
DIN
Beton = B25
Stahl = Bst500/550M

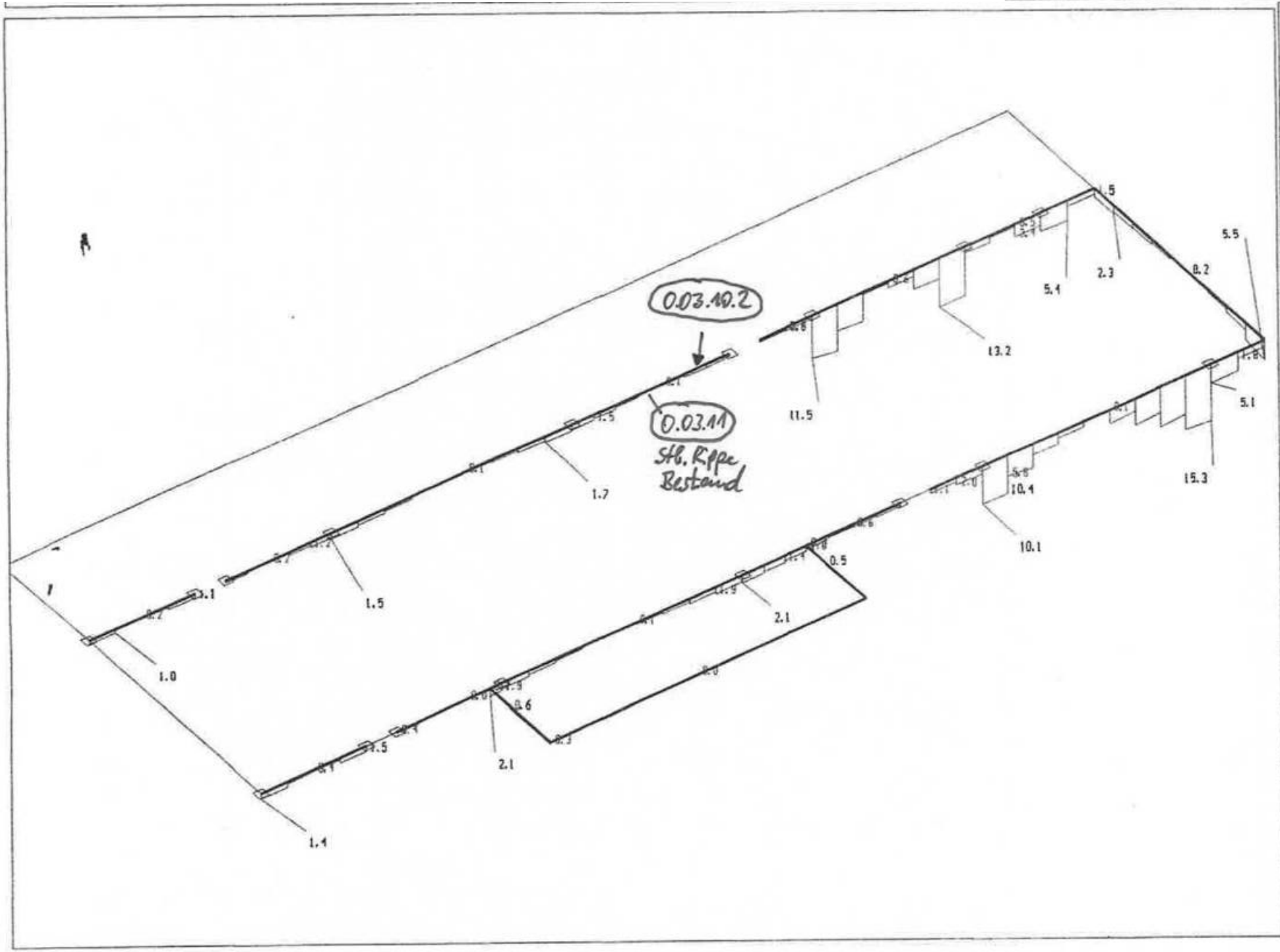
extremale Werte / absolut
Ergebnisgröße
As oben/unten AS
[cm2]
max = 14.6
min = 0.0

Uckermärkische Bühnen Schw
Veranstaltungs-u. Tagungsha
2. Bauabschnitt
Bodenplatte Pos. 20.2

Datum : 24.07.2001
Zeit : 12:10:45
Autor : Ziemendorf

RIB Bausoftware GmbH
TRIMAS Auswertung
Version 6.2 Apr 12 2001

Anl. H2-15



Lagerung, Gelenke
0=frei, f=fest, c=elast.
b=dz,rx,ry
Lagersteifigkeiten
Linie : [kN/m2; kN]
Punkt ; [kN/m; kNm]

Bemessung
DIN
Beton = B25
Stahl = BSt500/550M

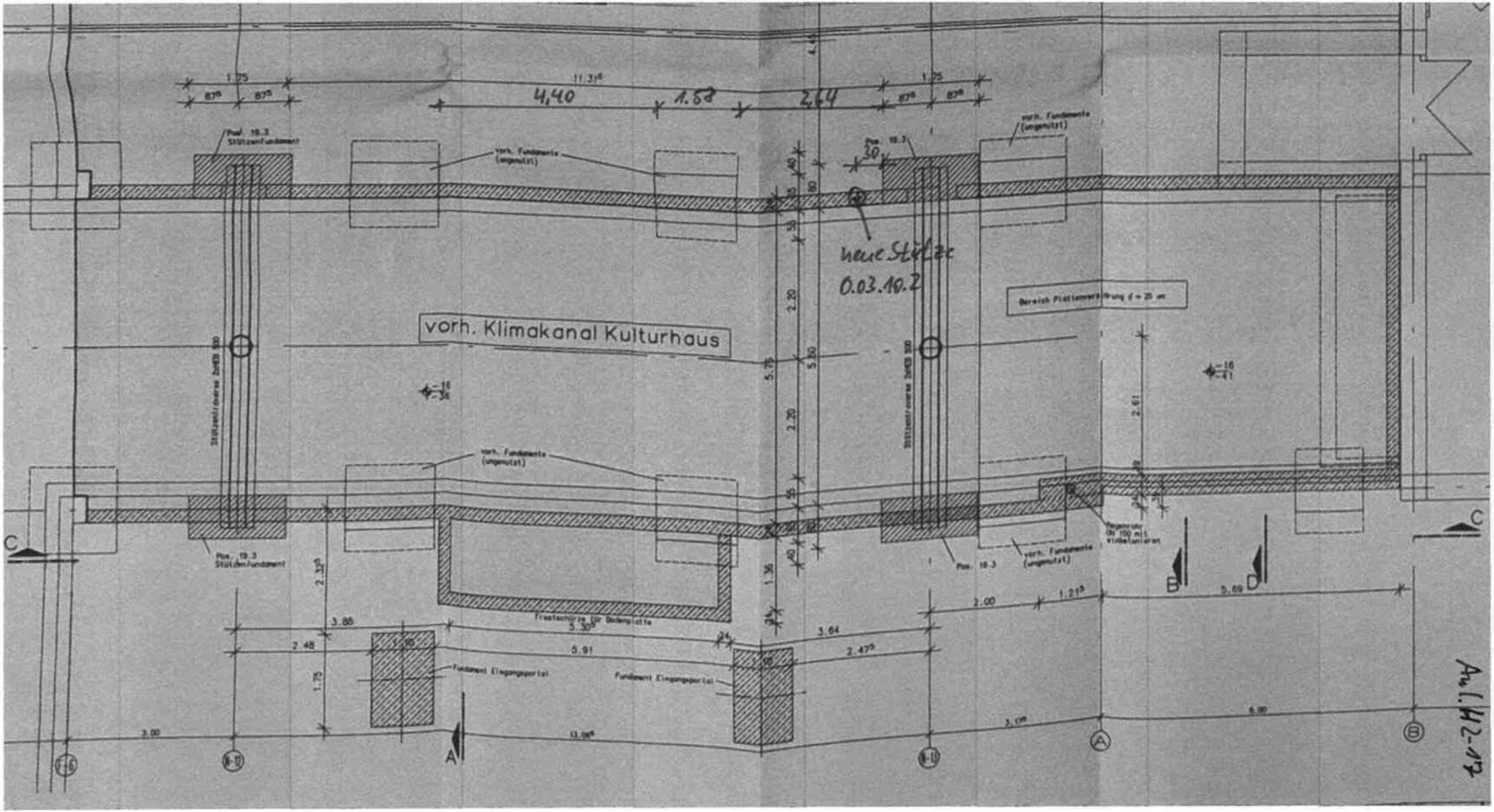
extremale Werte / absolut
Ergebnisgröße
Bügelbewehrung As-B
[cm2/m]
max = 15.3
min = 0.0

Uckermärkische Bühnen Schwe
Veranstaltungs-u. Tagungshau
2. Bauabschnitt
Bodenplatte Pos. 20.2

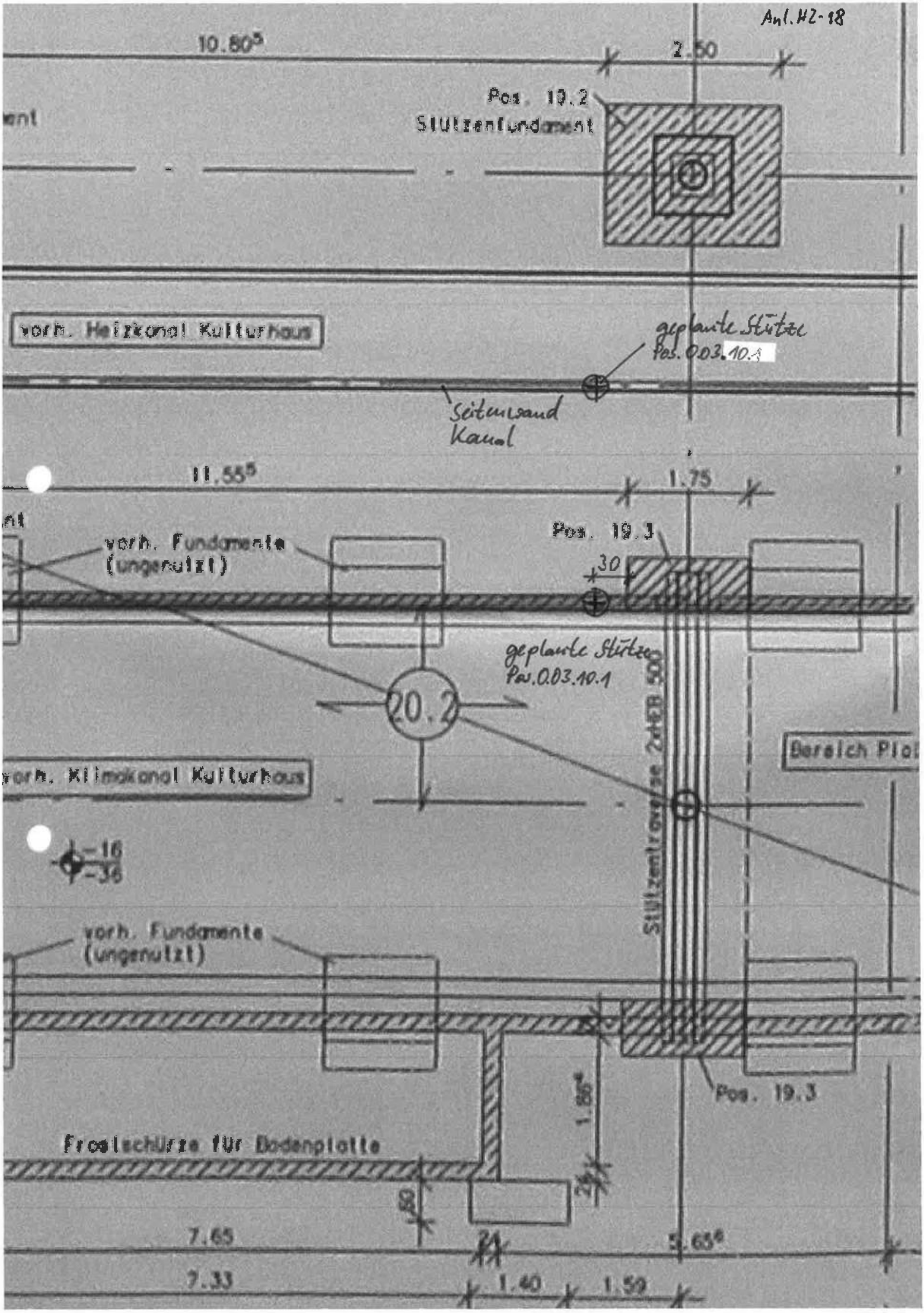
Datum : 24.07.2001
Zeit : 12:13:22
Autor : Ziesendorf

RIB Bausoftware GmbH
TRINAS Auswertung
Version 6.2 Apr 12 2001

Anl. H2-16 S. 2 v. 2

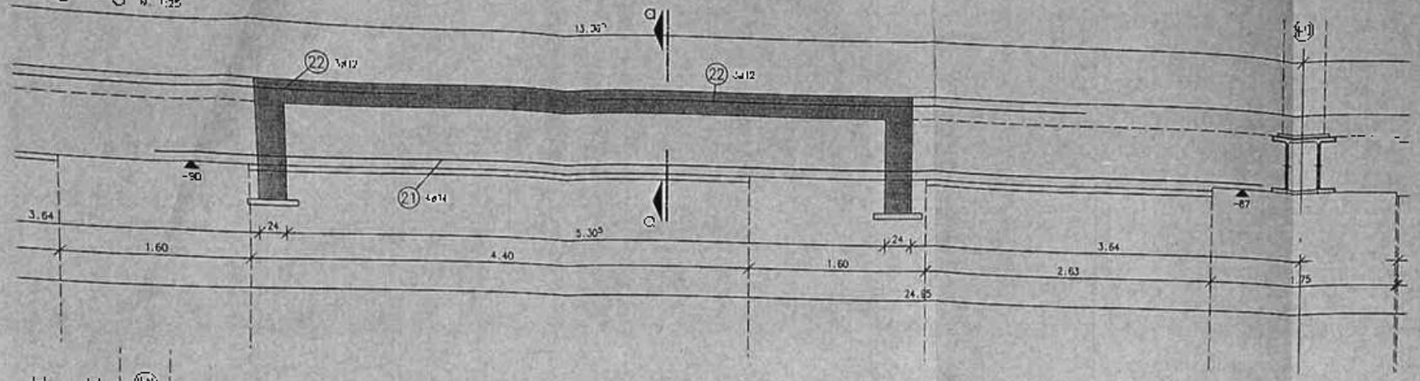

vorh. Klimakanal Kulturhaus
neue Stütze
0.03.10.2
Bereich Plattenverstärkung d = 25 cm
Fundament Eingangsportal
Fundament Eingangsportal
Anl. H2-17

Anl. H2-18

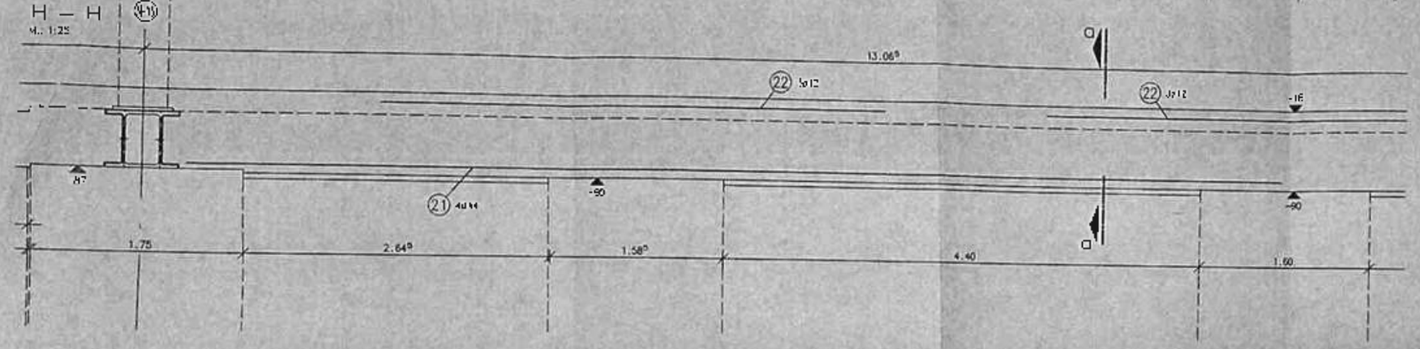

10.80⁵
2.50
Pos. 19.2
Stützenfundament
vorh. Heizkanal Kulturhaus
geplante Stütze
Pos. 0.03.10.1
Seitensand
Kanal
11.55⁵
1.75
Pos. 19.3
vorh. Fundamente
(ungenutzt)
30
geplante Stütze
Pos. 0.03.10.1
20.2
Stützenlängsachse 2xHEB 500
Bereich Pla
vorh. Klimakanal Kulturhaus
-16
-36
vorh. Fundamente
(ungenutzt)
Pos. 19.3
1.85⁵
Frostschürze für Bodenplatte
80
24
7.65
5.65⁵
7.33
1.40
1.59

Anl. 12-13

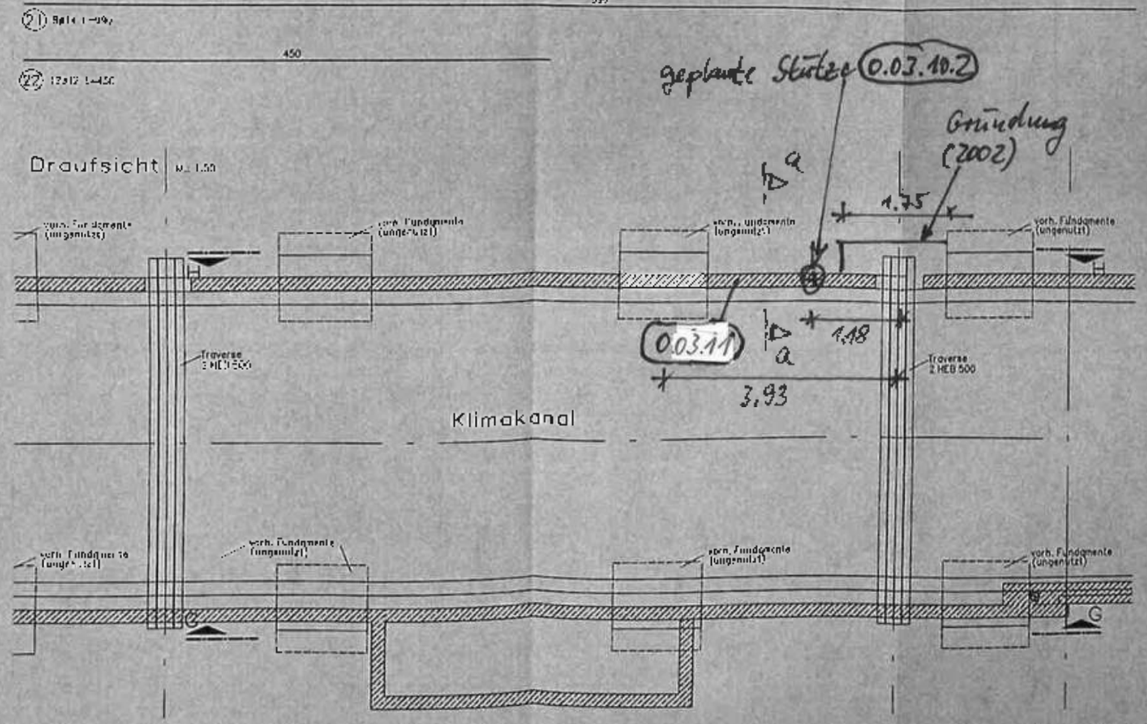
G – G M. 1:25



H – H M. 1:25



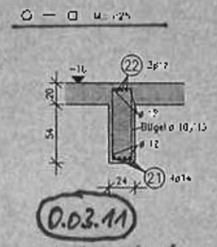
Stabauszug M. 1:25



Ingenieure Ziemendorf & Effenberger GbR
Beratende Ingenieure
Bergstraße 8, 16306 Berkholz, Tel (03332) 431710, Fax (03332) 431710

Projekt: Uckermärk. Bühnen Schwedt, Veranst.- u. Tagungshaus, 2. BA
Sachbearbeiter: Ziemendorf
Plan-Nr.: 1003/01-7.8(1) Bez.-Plan Deckbl. 1 zu Tragb.- u. Frostsch.
ZEICHN Stahlliste Datum 29.7.2002

POS	ANZ	Ø	L/ANZ	GESAMT		GEWICHT
21	8	14.0	9.80	78.4	kg/m	95.83
22	12	12.0	4.50	54.00	kg/m	47.952
				Summe (BSt 500 S)		143.784



0.03.11
Bodenplattenrippe

aus Bestandsstatik

erf. Bewehrung	vorh. Bewehrung
längs: o – 2,1 cm²	5Ø12 ⇒ 5,65 cm²
u – 1,0 cm²	2Ø12 + 4Ø14 ⇒ 8,42 cm²
Bgl.: < 1,7 cm²/m	Ø10-15, n=2 ⇒ 6,7 cm²/m

Ausführungshinweise

Vor Ausführungsbeginn sind vom Ausführenden alle Maße und Angaben zu prüfen!

Differenzen sind mit der Bauleitung zu klären.

Diese Zeichnung ist nur in Verbindung mit der Statik, den Bewehrungsplänen, den Architektenzeichnungen, der Baugenehmigung sowie nach Freigabe durch den Prüfingenieur zu benutzen.

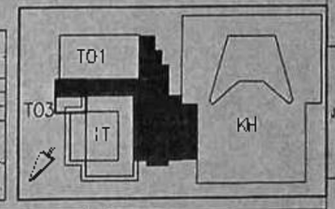
BAUHERR

IN BAUTECHNISCHER HINSICHT GEPRÜFT
SCHUTZ SCHALLSCHUTZ
HOAI
DIPL.-ING. H.-J. SCHEEL

Statikposition:
Bodenplatte Foyer Pos. 20

Die Architektenpläne, sowie Durchbruchpläne der Ausrüstungsfirmen (Elektro, Heizung/Sanitär) sind zu beachten.

Betonfestigkeitsklasse: B 25
Betonstahl: BSt 500 S
Betondeckung: c = 2,0 cm, c* = 0%
Besondere Betoneigenschaften nach DIN 1045 (07.88) § 5.1
Sonderausführung und Überwachung nach DIN 1045 (07.88)



0.00 = 7,98 m ü NN

Anmerkung zur Änderung a:
– Durchmesser der Stabpositionen 11 und 22 geändert

Bauherr: UBS Berliner Straße 40-48, 16303 Schwedt/Oder, Tel.: 03332/538-0

Entwurfsverfasser: Ing. Ziemendorf & Effenberger GbR, Beratende Ingenieure, Bergstr. 8, 16306 Berkholz, Tel./Fax (03332) 431710

Maßstab 1:50, 1:25 — Ausführung

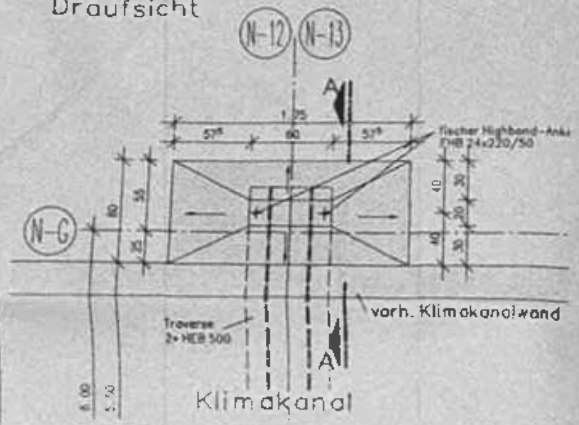
Uckermärkische Bühnen Schwedt
Veranstaltungs- u. Tagungshaus – 2. BA
Teilobjekt 2
Deckblatt 1 zu Tragbalken u. Frostschürze

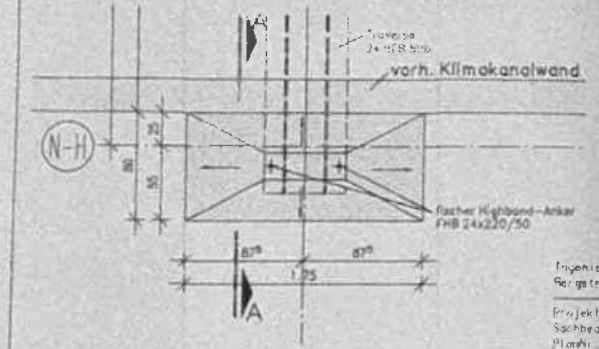
Zeichn.-Nr. 1003/01-7.8(1) — Blatt 1

Blattdatum 29.7.2002

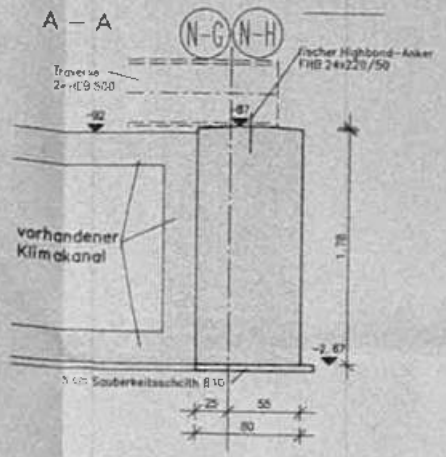
D:\PROJECTS\P1003-01\AUSFUEHRUNG\1_STB-PROJ\7

Draufsicht

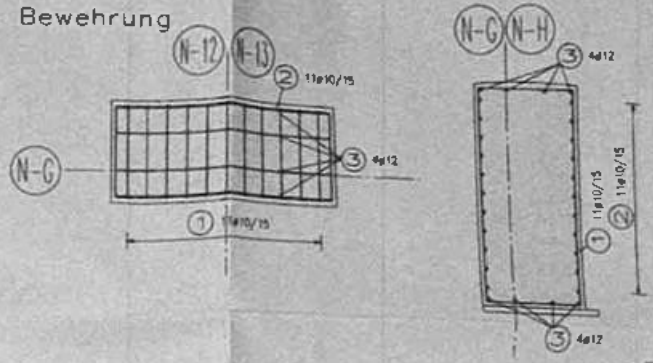




A – A



Bewehrung



Anmerkung:

Die Blockfundamente für die Stützentraverse sind bis auf die Sohle des Klimakanales zu gründen. Dabei ist die vorgefundene Gründungssohle auf ausreichende Tragfähigkeit zu überprüfen. Gegebenenfalls sind Tiefergründungen mit Magerbeton B10 aufzufüllen.
Die Fundamente sind mit einer Trennlage aus Dachpappe oder Folie direkt gegen die Wandung des Klimakanales zu betonieren. Die Oberseite des Fundamentes ist genau auf Höhe zu bringen und von der Auflagerachse der Traverse nach allen Seiten leicht abzuschrägen.
Die Traversen sind mit Fischer Highbond-Anker FHB 24x220/50 im Fundament zu verankern.

Ausführungshinweise

Vor Ausführungsbeginn sind vom Ausführenden alle Maße und Angaben zu prüfen!

Differenzen sind mit der Bauleitung zu klären.

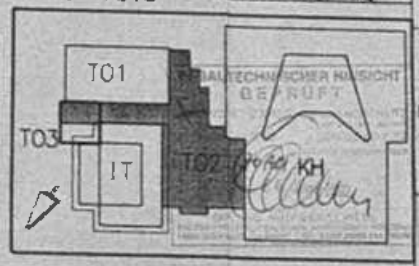
Diese Zeichnung ist nur in Verbindung mit der Statik, den Bewehrungsplänen, den Architektenzeichnungen, der Baugenehmigung sowie nach Freigabe durch den Prüfingenieur zu benutzen.

OKFF EG = +0,00 = 7,98 m ü. NN (Normal Null)

Fundament 4 x ausführen!

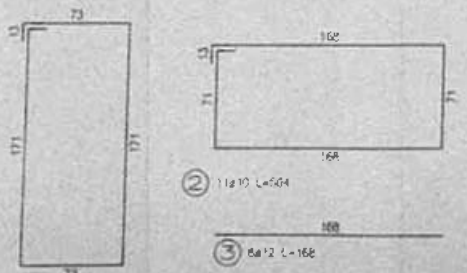
Statikposition:
Bockfundament Pos. 19.3

Betongüte: B 25
Betonstahl: BSt 500 S
Betonüberdeckung: c = 3,5 cm; c = cm
Besondere Betonzusammensetzung nach DIN 1045 Punkt 6.5.1
Betonzusammensetzung und Güteüberwachung nach DIN 1045 (36.88)



0.00 = 7,98 m ü NN

Stabauszug



Ingenieure Ziemendorf & Elfenberger GbR
Bergstraße 8, 16306 Schwedt, Tel.: (03332) 43170, Fax (03332) 431710

Projekt: Uckermärkische Bühnen Schwedt, Veranst.- u. Tagungshaus, 2.BA
Sachbearbeiter: Ziemendorf
Planinh.: 1003/01-7.7(2) Bew.-plan Blockfundament Achse N-G/N-H

ZFICON Stahlliste Datum: 13.2.2002

POS	ANZ	D	LÄNGE	GESLÄNG	GEW	GESGEW
1	11	10.0	5.14	56.54	3.71	54.885
2	11	10.0	5.04	55.44	3.116	34.208
3	8	12.0	1.68	13.44	1.492	11.935

Summe (0515005) 81.029

Anmerkung zur Änderung a:
– Textergänzungen in Draufsicht und Schnitt zur Kennzeichnung des vorhandenen Klimakanales

zugehörige Unterlagen:

Übersichtsplan 1, KG	1003/01-1.0(0)
Übersichtsplan 5, Schnitte	1003/01-1.4(0)
Foyer Gründung, Grundriss u. Schnitte	1003/01-7.3(0)

Stabstahl Biegeliste

BAUHERR: UBS, Berliner Straße 69-70, 16303 Schwedt/Oder, Tel.: 03332/538-0

Ing. Ziemendorf & Elfenberger GbR, Beratende Ingenieure, Bergstr. 8, 16306 Schwedt, Tel. (03332) 4317-0, Fax (03332) 431710

Entwurfsverfasser: HENN MITTMEYER UND PARTNER, ARCHITEKTEN UND BERATENDE INGENIEURE GmbH, Tel. (030) 44 3004-0

Maßstab 1:25 — Ausführung

Uckermärkische Bühnen Schwedt
Veranstaltungs- u. Tagungshaus – 2.BA
Teilobjekt 2
Blockfundamente
Achse N-G und N-H

Zeichn.-Nr. 1003/01-7.7(2) — Blatt —
Stand: 12.6.2002

Anl. N2-20

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